

Josephine Blei & Christian Koepfer
Römische Technik im Experiment

Römische Technik im Experiment

**Studentische Projekte zur Experimentellen Archäologie
im Europäischen Kulturpark Bliesbruck- Reinheim**

Josephine Blei & Christian Koepfer

mit Beiträgen von
Heiko Bätzner und Christian Schillmaier
(unter Mitarbeit von Sabrina Bornmann)

2014

Impressum:

© Josephine Blei. Alle Rechte vorbehalten.

Redaktion & Layout: Josephine Blei.

Gefördert durch die Stiftung Europäischer Kulturpark.

INHALT

EINLEITUNG	7
METHODISCHE GRUNDLAGEN UND BEGRIFFE	11
Was ist ein archäologisches Experiment?.....	13
<i>Josephine Blei</i>	
Rekonstruktion und Modell.....	19
<i>Christian Koepfer</i>	
PFLUG UND HAKEN: EIN EXPERIMENT ZUR FELDBEARBEITUNG IN DER RÖMISCHEN ANTIKE	29
<i>Josephine Blei</i>	
Definition und Fachnomenklatur: Der römische Sohlenhaken	31
Die Quellenbasis und ihre spezifische Problematik.....	35
Fragestellungen, Voraussetzungen und Versuchsaufbau	53
Der Nachbau des Pfluges: von der Theorie in die Praxis	57
<i>Heiko Bätzner</i>	
Funktion und Effektivität: Ein Bericht zum Feldversuch	67
<i>Christian Schillmaier (unter Mitarbeit von Sabrina Bornmann)</i>	
Ergänzungen und Bewertung der Ergebnisse.....	81
EIN EXPERIMENT ZUM BAU EINER HÖLZERNEN RÖMISCHEN DOPPELKOLBENDRUCKPUMPE	87
<i>Christian Koepfer</i>	
Rahmenbedingungen	89
Fragestellung und Akteure.....	93
Durchführung und Ergebnisse	97
Auswertung und Ausblick.....	103
LITERATUR	107
ABBILDUNGSNACHWEIS	115
TABELLEN UND ANLAGEN	117

Einleitung

Wie bringt man Studierenden des Fachs Geschichte Experimentelle Archäologie näher, fernab von bloßer Theorie? Diese Frage bildete den Ausgangspunkt für die Planung und Durchführung zweier archäologischer Experimente, deren Dokumentation nun mit dieser Publikation vorliegt. Die vorzustellenden Projekte ‚Pflug und Haken: Ein Experiment zur Feldbearbeitung in der Antike‘ und ‚Ein Experiment zum Bau einer hölzernen römischen Doppelkolbendruckpumpe‘ verfolgten in erster Linie das Ziel, Experimentelle Archäologie für fortgeschrittene Studierende der Alten Geschichte an den Universitäten Passau und Augsburg verständlich und zugänglich zu machen und die Methoden dieser fachspezifischen Disziplin durch ihre konkrete Anwendung gemeinsam zu erkunden. In Zusammenarbeit mit dem Europäischen Kulturpark Bliesbruck-Reinheim und vor allem durch eine großzügige Drittmittelspende der Stiftung Europäischer Kulturpark war es möglich, im Rahmen von zwei Lehrveranstaltungen im Sommersemester 2012 die Grundlagen und Voraussetzungen für die Durchführung der archäologischen Experimente zu erarbeiten und diese anschließend im Europäischen Kulturpark auszuführen.

Das Projekt der Studierenden der Universität Passau verfolgte das Ziel, durch den Einsatz eines nach den Quellen möglichst detailgetreu nachgebauten Modells eines römischen Jochsohlenhakens („Hakenpflug“), verbunden mit klar definierten Fragestellungen, den bisherigen Kenntnisstand zur römischen Agrar-, im Speziellen Pflügetechnik, zu überprüfen und zu ergänzen. Während des zweiwöchigen Aufenthaltes in Reinheim im August 2012 konnten die Studierenden auf einem eigens zur Verfügung gestellten Areal auf dem Gelände des Kulturparks ihre selbstständig vorbereiteten Konzepte zu einzelnen Fragestellungen auf den Prüfstand stellen und nach den Regeln der Experimentellen Archäologie verifizieren oder falsifizieren, ergänzen oder korrigieren.

Grundlage der experimentalwissenschaftlichen Arbeit war zunächst eine umfassende Sammlung und Sichtung aller relevanten Quellen: Literatur, bildliche Darstellungen (vor allem Reliefs, Mosaiken und Münzbilder) und archäologische Funde. Darauf aufbauend wurde ein der historischen Wirklichkeit möglichst nahe kommendes Modell des in der Römischen Kaiserzeit üblichen und weit verbreiteten Ackerbearbeitungsgerätes, des sogenannten Jochsohlenhakens, erarbeitet und umgesetzt. Gerade die mit den Quellen verknüpfte Problematik widersprüchlicher oder technisch fragwürdiger Überliefe-

nung lieferte den Ausgangspunkt für die Formulierung relevanter Fragestellungen, wobei stets im Auge behalten wurde, ob die Fragestellungen mit dem tatsächlichen Versuchsaufbau auch zu beantworten sein konnten, ob sie also den methodischen Anforderungen der Experimentellen Archäologie genügten.

Der wissenschaftliche Bericht, der nun mit dieser Publikation vorliegt, besteht im Wesentlichen aus der Dokumentation des gemeinsamen Vorgehens während der Vorbereitungsphase und während des Feldversuchs. Um alle Ergebnisse und Interpretationen nachvollziehbar zu machen, wurde der Dokumentation des tatsächlichen Experiments eine eingehende Studie zu den begrifflichen und methodischen Grundlagen (Methoden der Experimentellen Archäologie, Problematik des Begriffs ‚Rekonstruktion‘, agrarwissenschaftliche Nomenklatur) vorangestellt. Für die Bearbeitung der jeweiligen Fragestellungen waren die Studierenden selbst verantwortlich; die entsprechenden Beiträge sind daher auch selbstständig und eigenverantwortlich entstanden. Nach der Betreuung und Unterstützung in der Abfassungsphase wurden die Beiträge noch einmal so überarbeitet, dass ein schlüssiges Gesamtbild entsteht - was allein schon wegen der vielfachen Querbezüge und Anknüpfungen der Beiträge untereinander nötig war.

Wenn mit dieser Publikation die Dokumentation eines erfolgreich durchgeführten archäologischen Experiments vorgelegt werden kann, so ist das auch ein Verdienst der stets fleißigen und interessierten, immer leistungsbereiten studentischen Teilnehmer: Heiko Bätzner, Sabrina Bornmann, Petra Brödner, Anna Köhnk, Eva Peschel, Marius Reinhardt, Rocio Reuße Sanchez, Christian Schillmaier, Dominique Schmitt, Claudia Schrader und Christina Vogl. Ihnen gilt vor allen anderen herzlicher Dank und großes Lob. Weiterhin sei dem Europäischen Kulturpark Bliesbruck-Reinheim sowie der Stiftung Europäischer Kulturpark für die Bereitstellung des Versuchsareals, die Unterkunft im ‚Keltendorf‘ sowie für die finanzielle Unterstützung gedankt, namentlich ganz besonders Frau Brigitta Faralisch, die das Projekt initiiert hat, und Herrn Hans-Jürgen Hilten. Allen anderen am Experiment ebenfalls Beteiligten, sei es in der Fertigung des Pflugmodells oder in der Beratung, ist hier ebenfalls Dank ausgesprochen: Herrn Prof. Dr. Oliver Stoll, Herrn Dr. Bernd Steidl, Frau Franziska Schmieder, Herrn Jürgen Graßler und Herrn Robert Steinbeisser.

Das Projekt der Studierenden der Universität Augsburg hatte ursprünglich zum Ziel, im Rahmen einer Wissenschaftlichen Übung an der Universität Augsburg die Grundlagen und Voraussetzungen für die Durchführung eines archäologischen Experiments im Eu-

ropäischen Kulturpark Bliesbruck-Reinheim auszuarbeiten. Durch den Bau eines nach den archäologischen Quellen des lokalen Befundes des Europäischen Kulturparks in Ergänzung mit einem Pumpenfund aus Wederath möglichst detailgetreu wiedergegebenen 1:1 Modells eines römischen Brunnens, verbunden mit klar definierten Fragestellungen, sollte der bisherige Kenntnisstand zum römischen Brunnenbau überprüft und ergänzt werden. Daneben wurde zudem, gleichsam als zweiter Bestandteil des Projektes, eine Strategie entworfen, wie das Experiment auch publikumswirksam auf pädagogisch-didaktischer Ebene einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden könne. Aufgrund einer Reihe von Komplikationen wurde der Brunnenbau unterlassen, stattdessen fand dann letztlich ein Experiment zu den Bohrungen in den Pumpenstöcken hölzerner römischer Doppelkolbendruckpumpen statt. Trotz der kurzen Vorbereitungszeit hierauf konnten die Studierenden eine sinnvolle Fragestellung ausarbeiten, da sie sich vorher in der begleitenden Lehrveranstaltung für das Experiment zum Brunnenbau intensiv sowohl mit den Quellen zum römischen Brunnenbau, als auch den Methoden der Experimentellen Archäologie auseinandergesetzt hatten.

Für das erfolgreiche Gelingen sei an dieser Stelle gedankt: Den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Europäischen Kulturparks Bliesbruck-Reinheim, namentlich Frau Brigitta Faralisch, die ausschlaggebend für die Kooperation verantwortlich war, sowie Herrn Michael Ecker, Herrn Hans-Jürgen Hillen, und dem Geschäftsführer der Stiftung Europäischer Kulturpark, Herrn Stefan Munz sowie Herrn Landrat Clemens Lindemann, beiden stellvertretend für die gesamte Stiftung. Weiterer Dank geht an Herrn Prof. Dr. Gregor Weber für die Aufsicht über das Projekt an der Universität Augsburg und an Herrn Jürgen Graßler für die Schmiedearbeit. Besonderer Dank gilt den Studierenden, die das Experiment trotz der erschwerten Bedingungen erfolgreich durchführten: Johannes Bachmann, Florian Dörschel, Alexander Göller, Melchior Ibing, Alexander Koch, Wolfgang Kopietz, Bernhard Lenk, Maximilian Powik, Andreas Raab, und Alexandra Stöffel.

Biberbach, im März 2014.

Josephine Blei, Christian Koepfer

Methodische Grundlagen und Begriffe

Was ist ein archäologisches Experiment?

Josephine Blei

Unter dem Begriff ‚Archäologisches Experimentieren‘ oder ‚Experimentalarchäologie‘ wird in der Öffentlichkeit nicht im strengen Sinne eine wissenschaftliche Methode verstanden; vielmehr wird durch zahlreiche Angebote etwa in Museen, Freilichtmuseen, Archäologischen Parks oder auf historischen Events das eigene, meist spielerische Erleben der Vergangenheit bereits als Experiment betrachtet und zu werbewirksamen Zwecken so kolportiert.¹ Didaktikkonzepte, künstlerische und handwerkliche Angebote sowie Aktivitäten im Bereich der sogenannten ‚Historischen Darstellung‘ oder ‚Living History‘ und des Reenactments² greifen zwar wissenschaftliche Methoden und Erkenntnisse auf, sind aber oftmals auch durch einseitiges oder gar spekulatives Vorgehen gekennzeichnet, das wissenschaftlichen Maßstäben nicht gerecht wird.³ Das Erlebnis Archäologie wird zum ganzheitlichen Konzept, Lernen und Erfahren durch Probieren oder Selbst-Erleben sind Elemente der historisch-archäologischen Wissensvermittlung. Der Begriff ‚Experimentelle Archäologie‘ umfasst also verschiedene Bedeutungsebenen – nicht jeder versteht darunter das gleiche, was im Wissenschaftsbereich eine noch immer ambivalente und überkritische Haltung gegenüber einer eigentlich wissenschaftlichen Fachdisziplin bedingt hat.⁴ Eine Klärung des Begriffs ist daher notwendig.

Der Versuch einer solchen Definition hat Tradition: Besonders die Publikationen der ExAr⁵, der Europäischen Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie e.V., sowie der Arbeitsgemeinschaft für Experimentelle Archäologie der Schweiz

¹ Vgl. dazu, auch im Folgenden, KELTERBORN 1994, 7; speziell zum Bereich der Museumspädagogik vgl. SCHMIDT 2005, 263f.

² Eigentlich als quellenbasierte historische Methode durch Nachstellen, Nachspielen oder Neuinszenierung historischer Ereignisse zur Wissensgewinnung entwickelt, bezeichnet der Begriff im landläufigen Kontext lediglich eine Art individuelle Freizeitgestaltung auf historischer Basis; vgl. dazu KOEPFER (in Vorb.) mit Hinweis auf COLLINGWOOD 1961, 39 und 283-302.

³ So auch OUTRAM 2008, 3f., der klar zwischen „experimental“ und „experiential“ unterscheidet.

⁴ Zur Kritik an der Wissenschaftlichkeit archäologischer Experimente, auch wegen vorhandener Mängel bislang durchgeführter Versuche, vgl. RICHTER 2005, 96; vgl. auch den Abriss zur Forschungsgeschichte, der diese Problematik deutlich macht, bei SCHMIDT/WUNDERLI 2008, 15-20.

⁵ Vgl. hier vor allem den Aufsatz von RICHTER 2005, 95f. und 98f. mit einem kurzen Abriss der Forschungsgeschichte und einem älteren Meinungen berücksichtigenden Definitionsversuch.

(AEAS)⁶ zeigen die Bemühungen um eine klare Abgrenzung vom landläufigen Begriffsverständnis.⁷ In den Vordergrund wird die in den Geisteswissenschaften im Grunde vernachlässigte, da kaum realisierbare, Aufnahme naturwissenschaftlicher Standards und Methoden gestellt, die das archäologische Experiment erst zum wissenschaftlichen Experimentieren machen. Was ist darunter zu verstehen? - Anzusprechen als Experiment ist das „planmäßig und kontrollierbar angeordnete Ablaufenlassen eines Ereignisses, mit dem Ziel, dadurch die herrschenden Gesetzmäßigkeiten messbar, oder wenigstens sichtbar, zu machen“⁸. Das Experiment wird zum Werkzeug im Rahmen der Erkenntnisfindung - dient also anders als bei den zuvor beschriebenen nicht-wissenschaftlichen Aktivitäten nicht dem Selbstzweck, dem Experimentieren um des Experimentierens willen. So ist auch das Experiment immer nur Teil des gesamten Forschungsprozesses; Fragestellungen und Zielvorstellungen, Planung und Vorbereitung, Auswertung und Dokumentation stellen neben der Ausführung gleichwertig wichtige Elemente dar.

Kann nun eine derartige, eng gefasste Definition im geisteswissenschaftlichen Bereich überhaupt Anwendung finden? Müssen nicht vielmehr Abstriche gemacht werden bei der Messbarkeit von Gesetzmäßigkeiten, wie sie im physikalischen, chemischen oder biologischen Bereich anzutreffen sind, bei der Rekonstruktion⁹ von Vergangenheit aber nur bedingt erkennbar und messbar oder vorhanden sein können? Vorweg ist zu sagen, dass bei einem archäologischen Experiment aufgrund des zwangsweise unterschiedlichen Versuchsaufbaus niemals Ergebnisse zu erwarten sind, die der strengen naturwissenschaftlichen Methode absolut vergleichbar sind, etwa mit einem chemisch-physikalischen Experiment zur Messung bestimmter Eigenschaften eines Materials. Während nämlich beim naturwissenschaftlichen Experiment abgeschlossene Versuchsbedingungen geschaffen werden, ist dies beim archäologischen Experiment nur bedingt möglich.¹⁰ Dies mag ein vereinfachtes Beispiel aus der Physik illustrieren: Die allge-

⁶ Siehe hierzu den einschlägigen Beitrag mit den für die AEAS verbindlichen „Experimentierregeln“: KELTERBORN 1994, 7f.

⁷ Vgl. zum Begriff „experimental archaeology“ außerdem COLES 1973, 13, der den Bedeutungsschwerpunkt auf die Rekonstruktion und Funktion von materiellen Hinterlassenschaften und, damit verbunden, die Analyse von menschlichem Verhalten in der Vergangenheit legt.

⁸ KELTERBORN 1994, 7.

⁹ Zur Begriffserklärung und Begriffsproblematik von „Rekonstruktion“ siehe den Beitrag von Chr. Koepfer in diesem Band, S. 19-28.

¹⁰ Vgl. OUTRAM 2008, 2.

mein bekannte Frage: ‚Unter welchen Bedingungen treffen ein Ziegel und eine Feder gleichzeitig auf dem Boden auf?‘ kann nach vorangegangenen Überlegungen zu den gesetzmäßig wirkenden Kräften (Gravitation, Beschleunigung und Luftwiderstand) durch einen geeigneten Versuchsaufbau beantwortet werden; durch die Ausführung des Falls beider Objekte im luftleeren Raum wird letztendlich die Theorie bestätigt, dass die Luftreibung die unterschiedliche Fallgeschwindigkeit verursacht.

Gerade aber der luftleere Raum, d.h. künstlich erzeugte abgeschlossene Bedingungen, können in der Experimentalarchäologie nur in einzelnen Fällen geschaffen werden. Ein einfaches Beispiel kann dazu gar nicht gegeben werden, da eine Vielzahl von Problemen schon bei zunächst einfach anmutenden Versuchsaufbauten besteht: Möchte man nämlich Vergangenheit im Experiment erforschen, müsste man exakt gleiche Bedingungen, so wie sie in der Vergangenheit geherrscht haben, herstellen,¹¹ was zunächst einmal daran scheitert, dass diese Bedingungen in ihrer Gesamtheit meist nicht bekannt sind, desweiteren, dass die Elemente, die zur Rekonstruktion der Bedingungen benötigt werden, in unserer heutigen Umgebung nicht verfügbar sind.¹² Bei einem Experiment wie dem ‚Pflügen mit römischem Sohlenhaken‘ besteht etwa das grundlegende Problem, dass die Bodenverhältnisse in Europa durch industrielle Einflüsse nicht denen der Antike entsprechen; durch Umweltgifte, sauren Regen, Schädlingsbekämpfungsmittel oder ähnliches weicht der Zustand des Bodens zwangsläufig von dem vormoderner Zeitalter ab, auch wenn keine invasive industrielle Bearbeitung des Bodens stattgefunden hat.

Nun ließe sich ein solches Problem sicherlich vernachlässigen, da es wohl keine Auswirkungen auf den Wert der erzielten Ergebnisse haben dürfte. Es muss also differenziert werden: Zwar sollte bei der Durchführung eines archäologischen Experiments darauf geachtet werden, dass Bedingungen geschaffen werden, die sich den vergangenen Verhältnissen möglichst annähern, jedoch muss dies nur entsprechend der eingangs formulierten Fragestellungen geschehen.¹³ Sobald ein oder mehrere Faktoren vernachlässigt werden können, da sie keinen Effekt auf die Beantwortung der Fragestellung haben, wird der Erkenntnisrahmen bzw. die Validität des Experiments nicht beeinträchtigt.

¹¹ Eine unbedingte Forderung nach „authentischem“ Material, Bedingungen und Arbeitsweisen stellt COLES 1973, 15f.

¹² Eine „Rekonstruktion“ von Vergangenheit ist also gar nicht möglich; vgl. dazu OUTRAM 2008, 2, der deshalb statt des Begriffs „reconstruction“ den Begriff „construct“ vorschlägt.

¹³ Vgl. OUTRAM 2008, 2; zum Verhältnis von Rahmenbedingungen und Fragestellungen vgl. RICHTER 2005, 96-100.

Vor der Durchführung eines Experiments müssen daher Fragestellungen entwickelt und formuliert werden, die durch den Versuch beantwortbar sind.¹⁴ Dazu gehört auch, geeignete Messverfahren zu bestimmen, mit deren Hilfe Regelmäßigkeiten oder im besten Falle Gesetzmäßigkeiten erkennbar werden - dazu müssen die Messverfahren wiederholbar sein. Durch die Wiederholbarkeit von standardisierten Messungen erhält ein Experiment erst seinen Wert, denn durch die Bestätigung bzw. Falsifizierung von Messergebnissen ist es möglich, Zufälle und Fehlversuche weitgehend auszuschließen und gesicherte Aussagen zu machen.¹⁵

Dadurch wird die Aussagekraft eines archäologischen Experiments auf bestimmte Aspekte begrenzt; wenn für eine Fragestellung keine Messverfahren angegeben werden können, kann jedes Experiment nur eine anschauliche Darstellung, nicht aber ein epistemisches Verfahren zur Verifizierung einer These sein. So beschränkte man sich etwa auch bei dem in diesem Band vorgestellten Experiment mit dem Modell eines römischen Sohlenhakens auf die Formulierung dreier ausgewählter Fragen für den Feldversuch:¹⁶ Sind die in den Quellen erwähnten Pflügeergebnisse hinsichtlich Furchentiefe und Gleichmäßigkeit glaubwürdige Angaben? Welche Funktion erfüllten die Streichbretter? Welche Gebrauchs- und Abnutzungsspuren sind im Zuge des Feldversuchs festzustellen? Daneben wurden auch weitere interessante Fragen aufgeworfen, für die allerdings kein sinnvolles Messinstrumentarium zur Verfügung steht, zum Beispiel, wie viel Kraftaufwand der Pflüger aufbringen muss, konkret also, wie kräftezehrend die Arbeit mit einem Sohlenhaken ist; dies lässt sich aus mehreren Gründen nicht feststellen, etwa wegen der unterschiedlichen Physis und Konstitution der einzelnen Teilnehmer oder weil die optimale Handhabung des Pfluggerätes nicht bekannt ist. Auch die Frage nach dem Tagwerk, also wieviel Erde am Tag von einem Gespann umgepflügt werden konnte, lässt sich nicht beantworten, da mögliche Ergebnisse immer nur eine Annäherung wären, die von den Fähigkeiten von Mensch und Tier und dem Wissen über ökonomische Arbeitsweise und Handhabung des Arbeitsgerätes abhängig ist und nicht einfach auf die Leistung eines antiken Pfluggespannes übertragen werden darf.

Bei der Formulierung von Fragestellungen muss also auf die Voraussetzungen geachtet werden - diese müssen bekannt sein, damit die Fragestellung messbar und das Experi-

¹⁴ Siehe dazu CUNNINGHAM 2008, v; KUCERA 2004, 7; RICHTER 2005, 106f. und 116 speziell zur Formulierung von Arbeitshypothesen.

¹⁵ Vgl. KELTERBORN 1994, 8; COLES 1973, 17.

¹⁶ Siehe dazu genauer unten S. 53 sowie Tab. 1-4 im Anhang.

ment formal und wissenschaftlich richtig ist;¹⁷ es muss Klarheit darüber herrschen, über welche Bereiche man überhaupt Aussagen treffen kann und in welchem Kontext diese Aussagen Gültigkeit haben.¹⁸ Die Bewertung der Ergebnisse ist letztendlich abhängig von den im Experiment gegebenen Voraussetzungen.¹⁹ Ebenso muss vor dem Experiment klar gestellt werden, welche Ergebnisse erwartet werden und welcher Nutzen den Ergebnissen zukommt. Der wissenschaftliche Mehrwert muss bestimmbar sein und in den Forschungskontext eingeordnet werden. Allerdings müssen die Ergebnisse eines archäologischen Experiments als relativ bezeichnet werden: Die Beweiskraft eines Experiments gilt nur für spezifische Aussagen zu den gestellten Fragen, kann aber nicht auf umfassende historische und kulturelle Zusammenhänge ausgeweitet werden.²⁰ So kann etwa ein Experiment Aufschluss geben über eine mögliche Funktionsweise eines Objektes, nicht aber Aussagen darüber erlauben, wie dieses Objekt tatsächlich benutzt worden ist; logische Wahrscheinlichkeiten können formuliert werden, wobei diese jedoch nicht zwingend zutreffend sein müssen. Die Vorausnahme von Ergebnissen muss dieses allgemeine Problem berücksichtigen. Außerdem ist zu beachten, dass sich Erwartungen im Zuge eines Versuchsablaufs möglicherweise verändern; die Anpassung oder Revision von Vorstellungen ist der Kern des Experimentierprozesses,²¹ sichtbare und verifizierbare Messergebnisse stellen die Grundlage dafür dar.

Bevor ein Experiment durchgeführt werden kann, ist eine genaue Strukturierung notwendig.²² Der praktischen Ausführung geht immer eine umfassende Materialsammlung voran: Der Quellenbestand wird möglichst vollständig auf relevante Hinweise und Probleme durchleuchtet, bevor überhaupt erste Vorbereitungen für das eigentliche Experiment getroffen werden können. Voraussetzung für die Formulierung experimentalarchäologischer Fragestellungen ist also immer die klassische historische Quellenanalyse; da diesem Aspekt eine grundlegende Bedeutung zukommt, wird auch in diesem Band

¹⁷ Vgl. dazu auch KELTERBORN 1994, 7.

¹⁸ Vgl. KUCERA 2004, 7.

¹⁹ Vgl. dazu COLES 1973, 18.

²⁰ Vgl. COLES 1973, 15.

²¹ Vgl. COLES 1973, 17; siehe zu den verschiedenen Arten von Experimenten und den dafür jeweils notwendigen Versuchsaufbauten und Modifikationen RICHTER 2005, 99f. und 110-113; MATHIEU 2002, 2-6.

²² KELTERBORN 1994, 8 listet die einzelnen Grundaktivitäten in unverbindlicher Reihenfolge auf: Strukturieren und Planen, Beschaffen von Basisinformationen, Vorbereitung und Einrichtung der Infrastruktur, Beschaffung von Rohmaterial, Beschaffung von Arbeitsgerät, Ausführung und Auswertung des Experiments, Abschlussarbeiten; ähnlich auch COLES 1973, 14-18.

jeweils eine ausführliche Erläuterung der Quellenbasis erfolgen, um dem Leser einen Eindruck zu vermitteln, welcher historische Erkenntnisrahmen den Charakter der Experimente und die damit verbundenen Zielvorstellungen vorgibt. Ebenso wichtig ist die genaue Definition und Abgrenzung von Begriffen: Neben dem bereits erläuterten Begriff ‚Experimentelle Archäologie‘ bedürfen weitere Fachtermini, wie etwa ‚Rekonstruktion‘ und ‚Modell‘ einer Erklärung. Diesen vorbereitenden Ausführungen schließt sich die Dokumentation der Versuchsbedingungen, des Versuchsablaufs und der erzielten Ergebnisse an, welche letztendlich kritisch bewertet werden müssen.

Rekonstruktion und Modell

Christian Koepfer

In der altertumswissenschaftlichen Literatur taucht der Begriff ‚Rekonstruktion‘ sehr häufig auf. Sieht man sich die jeweilige Verwendung des Begriffes an, wird sehr schnell deutlich, dass fast jeder Autor etwas anderes darunter versteht, auch wenn sich die einzelnen Interpretationen des Begriffes oft ähneln. Ab den 1990er Jahren fiel dies verschiedenen Autoren auf, die den Zustand dann bemängelten, aber dennoch keine eindeutigen Lösungsvorschläge für das Dilemma boten. Zwei Zitate, die auch heute noch den aktuellen Zustand der Verwendung des Begriffes der Rekonstruktion widerspiegeln, sollen die Missverständlichkeit des Begriffes zeigen:

Prof. Dr. Manfred F. Fischer, Kunsthistoriker und Denkmalpfleger, arbeitete bis 1998 als Landeskonservator der Stadt Hamburg und äußert sich so:

„Offenbar gibt es (...) große Mißverständnisse schon beim Begriff der Rekonstruktion. (...) Also offenbar eine große Begriffsverwirrung, obwohl fachlich die Dinge seit langem klar sein sollten.“¹

Eine sehr ähnliche Meinung vertritt S. James, ehemals Kurator am British Museum in London:

„The term ‘reconstruction’ is widely accepted to be an unhappy one, since such illustrations are rather imaginative constructs or simulations, usually based on highly fragmented data. (...) So, reconstructions are not really reconstructions, yet, as with other ambiguous terms (...), we are more or less stuck with a time-hallowed label firmly established in common usage.“²

Auch die aktuelle Literatur belegt immer wieder aufs Neue,³ dass die Verwendung des Begriffes ausgesprochen inkonsistent, und auch höchst widersprüchlich ist. Dies zeigt sich für Deutschland auch in der allgemeinen Verwendung des Begriffes. Im Duden, der den allgemeinen Sprachgebrauch widerspiegelt, kann man lesen:

¹ FISCHER 1998, 7.

² JAMES 1999, 118.

³ Vgl. etwa MÜLLER 2011.

„Rekonstruktion, die;- , -en [nach frz. reconstruction]:

1. a) das Rekonstruieren (1); das Wiederherstellen, Nachbilden (des ursprünglichen Zustandes von etw.): die R. eines antiken Tempels; b) das Ergebnis des Rekonstruierens (1); das Wiederhergestellte, Nachgebildete: eine stilreine R.; diese Tafel zeigt -en fossiler Tiere.

2. a) das Rekonstruieren (2); das Erschließen u. Darstellen, Wiedergeben von etw. Geschehenem in den Einzelheiten seines Ablaufs: die ungefähre, genaue R. eines Verbrechens; b) das Ergebnis des Rekonstruierens (2); detaillierte Erschließung u. Darstellung, Wiedergabe: die vorliegende R. des Tatherganges ist genau zu überprüfen.“⁴

Vom allgemeinen Gebrauch abgeleitet hat der Begriff ‚Rekonstruktion‘ also zwei für die Altertumswissenschaften relevante semantische Felder. Er bezeichnet zum Einen das ‚Neuerlich Erstellen‘ und zum Anderen das ‚Nachvollziehen‘ von etwas.⁵ Eine zumindest in wissenschaftlichem Kontext nicht missverständliche Verwendung des Begriffes setzt also voraus, dass mit ihm die begriffliche Schnittmenge der beiden Bedeutungsebenen bezeichnet wird, also der Bereich, in dem sich die semantischen Felder überschneiden (Abb. 1).⁶ Wird der Begriff im Rahmen der Wissensproduktion verwendet, ist die Ebene des ‚Nachvollziehens‘ unvernachlässigbar, was zu folgendem Ergebnis führt: Nur ein für eine bestimmte Fragestellung (‚Nachvollziehen‘) ‚neuerlich erstelltes‘ Objekt kann eine Rekonstruktion sein.

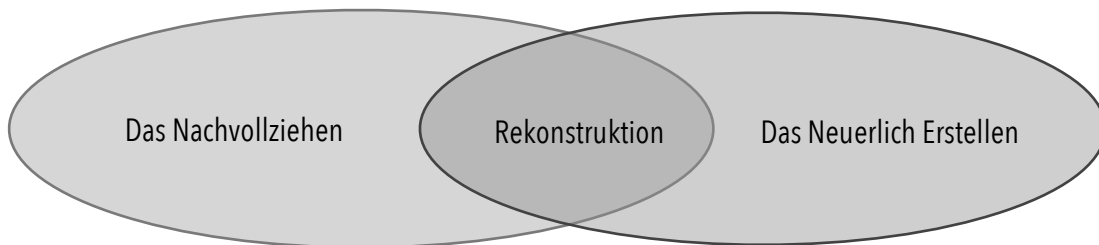


Abb. 1: Semantisches Feld des Begriffs ‚Rekonstruktion‘

⁴ DUDEN 2007, 1438f.; der dritte genannte Aspekt ist ein Begriff aus der Wirtschaft des ehemaligen Ostblocks, und spielt für die Altertumswissenschaften keine Rolle.

⁵ Vgl. HAARLAMMERT/WINKLER 2010, 151; FISCHER 1998.

⁶ Die Begriffe, die wir benutzen, bestimmen unsere Denkweise. Eine präzise Formulierung dessen, was wir benennen, ist also notwendig. Siehe hierzu die Diskussion zur ‚Linguistischen Wende‘, zusammengefasst in: IGGERS 2007, 101-110 und 124-127.

Bei der Beschäftigung mit Objekten traten in den letzten Jahren gerade die sogenannten ‚Material Cultural Studies‘ in den Vordergrund. Die von einer spezifischen Gesellschaft oder von einer bestimmten Kultur geschaffene Gesamtheit an materiellen Gütern, wie zum Beispiel Tracht oder Alltagsobjekte, wird als ‚materielle Kultur‘ bezeichnet, wogegen die ‚immaterielle Kultur‘ als Gegenstand der ‚klassischen‘ historischen Forschung das Wissen einer spezifischen Gesellschaft oder einer bestimmten Kultur ist, also deren mündlich und schriftlich überlieferte Traditionen.⁷ Gemeinsam wirkten und wirken materielle und immaterielle Kultur stark identitätsstiftend auf jede spezifische Gesellschaft oder bestimmte Kultur, sei sie historisch oder modern.⁸ Die Material Cultural Studies erforschen die Rolle(n), die Gegenstände für die Menschen der spezifischen Gesellschaft oder der bestimmten Kultur gespielt oder eingenommen haben, wobei versucht wird, herauszufinden, welche Bedeutung den Objekten zugesprochen wurde, und wie die Gegenstände die Wahrnehmung der Menschen beeinflussten. Die materielle Kultur ist nicht nur ein Forschungsgebiet der Geschichtswissenschaften, sondern auch für die Soziologie, die Ethnologie, und die Archäologie von wachsender Bedeutung.⁹ Gerade bei den geschichtswissenschaftlichen Disziplinen, die nur auf wenige oder gar keine Textquellen zurückgreifen können, nehmen die Material Cultural Studies eine besondere Rolle ein, denn sie bieten für viele Fragestellungen zu diesen Kulturen den einzig möglichen Zugang.

Es gibt generell viele verschiedene mögliche Fragestellungen an Objekte, aber nur ein geringer Teil der Fragestellungen hat mit der Rekonstruktion, soweit sie hier bisher definiert wurde, zu tun. Fragen wie ‚Wie wurde das Objekt vielleicht benutzt?‘ oder ‚Welche Bedeutung hatte das Objekt für seine(n) Benutzer?‘ spielen im Rahmen des rekonstruierenden ‚Neuerlich Erstellens‘ und ‚Nachvollziehens‘ keine Rolle, sondern sind vielmehr Fragen, die man an ein fertig rekonstruiertes Objekt stellen mag.¹⁰ Hierfür ist es aber unabdingbar, dass diese Rekonstruktion wissenschaftlichem Anspruch gerecht wird, dass die einzelnen Schritte ihrer Entstehung, und die Entscheidungen, die zur Rekonstruktion führten - oder sie begleiteten - , dokumentiert und publiziert sind. Somit bildet die Rekonstruktion also über ihre Entstehung in Form des ‚Nachvollziehens‘ und ‚Neuerlich Erstellens‘ hinaus die Grundlage für weitere Fragestellungen, die auch oft

⁷ RENFREW/BAHN 2004, 12.

⁸ Vgl. EISENSTADT/GIESEN 1995.

⁹ Vgl. KÖNIG 2003; HEIDRICH 2001; HAHN 2005; BECK 1997.

¹⁰ Vgl. RICHTER 2005, 99-104.

experimenteller Natur sein können.¹¹ Gleichzeitig ist aber auch festzuhalten, dass für viele solcher Fragestellungen auch ein ‚Platzhalter‘ eine Rekonstruktion ersetzen kann. Ein Beispiel soll dies verdeutlichen:

Für eine experimentalarchäologische Fragestellung: ‚Wieviel Gewicht konnte eine römische Amphore maximal tragen, ohne zu zerbrechen?‘ wäre es zwar nötig, einen möglichst exakten Nachbau der Amphore anzufertigen, da ja die Eigenschaften einer antiken Amphore möglichst originalgetreu wiedergegeben werden sollten, und sie auch Untersuchungsgegenstand sind. Dies gilt aber nicht für das Befüllmaterial. Man könnte die Amphore beispielsweise mit normierten Stahlkügelchen füllen, die eine Auswertung der Ergebnisse erleichtern. Wenn die Amphore beispielsweise 2436 der Kügelchen hielte, aber bei 2437 bräche, ließe sich der Bruchpunkt über das spezifische Gewicht des Stahls und das Volumen der Kügelchen exakt bestimmen. Es wäre für die Fragestellung wahrscheinlich von keiner Bedeutung, welches Material man nun zur Befüllung benutzte. Das Befüllmaterial wäre sozusagen ein ‚Platzhalter‘, etwas, das für die Fragestellung ausreichend ist, aber nicht notwendigerweise den Eigenschaften eines originalen Befüllmaterials entspricht. Würden wir unsere Fragestellung für die Amphore ändern, und fragen: ‚Wie konnte man römische Amphoren möglichst platzsparend stapeln?‘, würde es vielleicht auch reichen, wenn wir die Amphoren selbst nicht originalgetreu nachbauen, sondern zum Beispiel verkleinerte Amphorenmodelle aus Kunststoff als ‚Platzhalter‘ in einem ebenfalls verkleinerten Modell etwa eines Handelsschiffes verwendeten.

Von dem Begriff der ‚Rekonstruktion‘ abzugrenzen ist also der Begriff des ‚Modells‘, der durch die ‚Allgemeine Modelltheorie‘, die ursprünglich aus der Mathematik-Philosophie stammt, festgelegt ist. Tatsächlich sind nach dem dort definierten Modellbegriff alle ‚Rekonstruktionen‘ auch gleichzeitig ‚Modelle‘. Ein Modell zeichnet sich durch drei Merkmale aus, die Stachowiak in den 1970er Jahren in Wien festgelegt hat, und die die Grundlage der Modelltheorie über alle wissenschaftlichen Grenzen hinaus bilden:

1) „Abbildungsmerkmal [:] Modelle sind stets Modelle von etwas, nämlich Abbildungen, Repräsentationen natürlicher oder künstlicher Originale, die selbst wieder Modelle sein können“.¹²

¹¹ Vgl. RICHTER 2005, 99-104.

¹² STACHOWIAK 1973, 131.

2) „Verkürzungsmerkmal [:] Modelle erfassen im Allgemeinen nicht alle Attribute des durch sie repräsentierten Originals, sondern nur solche, die den jeweiligen Modellerschaffern und/oder Modellbenutzern relevant scheinen“.¹³

3) „Pragmatisches Merkmal [:] Modelle sind ihren Originalen nicht per se eindeutig zugeordnet. Sie erfüllen ihre Ersetzungsfunktion a) für bestimmte - erkennende und / oder handelnde, modellbenutzende Subjekte, b) innerhalb bestimmter Zeitintervalle und c) unter Einschränkung auf bestimmte gedankliche oder tatsächliche Operationen.“¹⁴

Somit sind in einem geschichtswissenschaftlichem Kontext, der sich auf die materielle Kultur einer spezifischen Gesellschaft oder einer bestimmten Kultur bezieht, Rekonstruktionen eine näher definierte Gruppe von Modellen, die der Produktion von Wissen, also dem Nachvollziehen von historischen Bedingungen dienen.

Es gibt verschiedene Ebenen der Darstellung des historischen ‚Nachvollziehens‘, die häufig als ‚Rekonstruktionen‘ bezeichnet wurden und werden: Textliche Rekonstruktionen, zeichnerische Rekonstruktionen, zu denen auch die sogenannten ‚Lebensbilder‘ gehören, digitale Rekonstruktionen, die durch eine enorm große Bandbreite an Darstellungsmöglichkeiten bestechen, modellhafte Rekonstruktionen, und schließlich materielle Rekonstruktionen, also Rekonstruktionen, die das Material eines Gegenstandes möglichst originalgetreu wiedergeben. Materielle Rekonstruktionen können in verschiedenen Maßstäben ausgeführt sein.¹⁵ Nach der zuvor genannten Definition für den Begriff Rekonstruktion ergibt sich für diese verschiedenen ‚Rekonstruktionsarten‘ folgendes Bild (Abb. 2):

- Textlich findet die Rekonstruktion nur auf der Ebene des Nachvollziehens statt.
- Zeichnerisch findet sie nur auf der Ebene des Nachvollziehens statt.
- Digital findet sie nur auf der Ebene des Nachvollziehens statt.
- Modellhaft findet sie auf der Ebene des Nachvollziehens statt, und eingeschränkt auch auf der Ebene des ‚Neuerlich Erstellens‘, aber nur maßstäblich verkleinert oder vergrößert, somit nicht ‚tatsächlich‘.
- Materiell findet sie auf der Ebene des Nachvollziehens statt und tatsächlich auf der Ebene des materiell ‚Neuerlich Erstellens‘ im Maßstab 1:1,

worauf dann der Begriff ‚Rekonstruktion‘ nach obiger Definition zutrifft.

¹³ STACHOWIAK 1973, 132.

¹⁴ STACHOWIAK 1973, 132 f.

¹⁵ Vgl. HAARLAMMERT/WINKLER 2010, 151; FISCHER 1998.

Somit gälte im klar definierten Sinne:

Eine Rekonstruktion ist ein möglichst originalgetreuer materieller Nachbau eines Objektes im Maßstab 1:1, der zum Zweck der Beantwortung einer Fragestellung zu seiner Entstehung oder zu seinem Wirken in einer spezifischen Gesellschaft oder einer bestimmten Kultur entsteht. Die übrigen allgemein als ‚Rekonstruktion‘ titulierten Darstellungsweisen sind demnach konsequenterweise eigentlich als ‚Modelle‘ zu bezeichnen. In dieser Publikation werden die Begriffe ausschließlich auf Basis obiger Überlegungen verwendet.



Abb. 2: Visualisierung zu ‚Nachvollziehen‘ und ‚Neuerlich Erstellen‘

Kommen wir auf unser Beispiel der Amphore zurück, die mit einem ‚Modellmaterial‘ gefüllt wurde: Wie sieht es mit der Amphore selbst aus? Der möglichst exakte Nachbau soll den Eigenschaften der antiken Amphore so genau wie möglich entsprechen, da die Ergebnisse der Messung sonst stark verfälscht sein können. Hierzu muss also der Nachbau dem Bau des Originals entsprechen. Dies ist nur eingeschränkt möglich, da nicht

jeder Arbeitsschritt und sämtliche Bedingungen, die zur Entstehung des Originals geführt haben, exakt repliziert werden können, schon allein deshalb, weil ein anderer Mensch als der antike Amphorenbauer den Nachbau herstellt. Damit der Nachbau wissenschaftlich verwertbar ist, muss das Original selbst also sehr gut untersucht sein, und die Bedingungen des Nachbaus müssen sehr gut dokumentiert sein. Diese Dokumentation ist gerade deshalb wichtig, weil sie mögliche Fehler des Nachbaus aufzeigen kann, Fehler, die unter Umständen Auswirkungen auf das Verhalten des Nachbaus haben können. Welche dies sein können, ist aber vor dem Nachbau oder vor dem Bruchexperiment nicht notwendigerweise klar (es handelt sich nach Rheinberger um ein ‚epistemisches Ding‘)¹⁶, weshalb die Dokumentation so umfassend wie möglich sein muss, damit später die Verhältnisse zwischen der Rekonstruktion und dem Experiment nachvollzogen werden können. Die Amphore muss also eine Rekonstruktion sein, die das Ergebnis eines ‚Nachvollziehens‘ und eines ‚Neuerlich Erstellens‘ ist. Die Untersuchung des Originals, auf der die Rekonstruktion beruht, muss für die Fragestellung hinreichend sein, das heißt es muss eine entsprechende Quellenanalyse vorgenommen werden.

Die klassische Quellenkategorisierung der Altertumswissenschaften unterscheidet zwischen schriftlichen Quellen, Inschriften, Münzen, Papyri und Materialquellen, und so greift der Historiker zu deren Interpretation auf die jeweils zugehörigen Hilfswissenschaften zurück, die Klassische Philologie, die Epigraphik, die Numismatik, die Papyrologie und die Archäologie. Die zu diesen Hilfswissenschaften gehörigen gängigen - hauptsächlich geisteswissenschaftlichen - Methoden der Quellenanalyse sind aber für die Rekonstruktion nur eingeschränkt nützlich, vielmehr scheint es hier sinnvoll, eine andere Art der Kategorisierung der Quellen vorzunehmen:

Betrachtet man einen Gegenstand oder eine Gruppe von Gegenständen, gibt es in der Regel zwei unterschiedliche Arten von Quellen, die Informationen dazu liefern. Einerseits die den Gegenstand beschreibenden Quellen, zum Beispiel bildliche Darstellungen oder textliche Beschreibungen des Gegenstandes, andererseits erhaltene Gegenstände selbst, also Funde und Befunde. In Bezug auf die Beschaffenheit der Gegenstände, deren Kenntnis unabdingbar für das ‚Neuerlich Erstellen‘ von ihnen ist, sind diese zwei Arten von Quellen unterschiedlich zu bewerten, wie anhand des Beispiels römischer Phaleren, also militärischer Auszeichnungen (‚Orden‘), deutlich wird:

¹⁶ Vgl. RHEINBERGER 2001, 25.

Auf dem Kenotaph des im Jahre 9 in der sogenannten Varusschlacht gefallenen römischen Zenturios Marcus Caelius ist dieser Zenturio mit einem Phalerentragegeschirr dargestellt (Abb. 3a).¹⁷ Wollte man diese Phaleren rekonstruieren, wäre man mit dem Problem konfrontiert, keine Aussage über das Material oder auch die Herstellungstechniken der Phaleren treffen zu können. Ebenso müsste man sich die Frage stellen, inwieweit die Phaleren ‚realistisch‘ dargestellt sind, schließlich sind sie das Ergebnis der Arbeit eines Steinmetzes, dessen Werk, wie alle Kunstwerke, sowohl durch die künstlerische Tradition, als auch durch seine handwerklichen und kognitiven Fähigkeiten beeinflusst ist. Es kann sich also bei dem Relief nicht um eine ‚fotorealistische‘ Darstellung handeln. Wäre das Werk noch in seiner farbigen Fassung erhalten, so wäre es, könnte man meinen, vielleicht einfacher, Rückschlüsse auf die Materialität der Phaleren ziehen zu können (Abb. 3b).



Abb. 3a: Kenotaph des M. Caelius im Original



Abb. 3b: Kolorierung (ohne Befund)

Tatsächlich geht dies aber nicht, es würde lediglich eine stärkere Eingrenzung der in Frage kommenden Materialien möglich, wie zum Beispiel ‚silbriges Metall‘, also vielleicht Blei oder Zinn, oder Eisen oder Silber. Genauso könnte es aber auch ein wie auch immer geartetes Trägermaterial sein, zum Beispiel Holz oder Leder, das silbern bemalt wurde, oder es ist ein Teil der Rüstung oder Kleidung. Ein in Lauersfort gefundenes Set

¹⁷ CIL 13, 8648.

solcher Phaleren¹⁸ hingegen kann für diese Fragen direkte Antworten liefern. Die Phaleren sind aus einem Silberblech in Treibarbeit hergestellt, ziseliert, graviert, und teilvergoldet (Abb. 4a und b). Eine genaue Zusammensetzung der Silberlegierung und des Goldes könnte eine entsprechende metallurgische Analyse liefern. Die Abbildung auf dem Kenotaph liefert uns unterstützende Informationen zum Gebrauch der Phaleren, etwa zu ihrer Trageweise, oder dazu, dass sie auf einem Tragegeschirr montiert gewesen sein können.

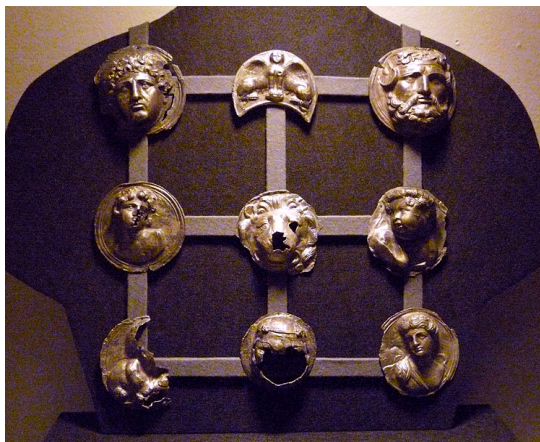


Abb. 4a: Laversfort-Phaleren



Abb. 4b: Einzelne Phalera aus Laversfort

Übertragen auf den Umgang mit den Quellen zeigt sich so, dass für eine Rekonstruktion zwischen darstellenden Quellen und materiellen Quellen unterschieden werden muss. Darstellende Quellen, wie Texte, Bilder, Reliefs, Statuen und ähnliches sind immer das Ergebnis einer ‚Übersetzung‘. Der Hersteller der Quelle hat einen Gegenstand wahrgenommen, und ihn unter Einfluss seiner geistigen und handwerklichen Fähigkeiten in ein anderes Medium ‚übersetzt‘. In der Regel ist es unmöglich, so einen Übersetzungsvorgang vollständig nachzuvollziehen. Schon bei einem aktuellen Werk wäre es ausgesprochen schwierig, bei Werken, deren Autoren nicht mehr leben, und zu deren Autoren man keine weiteren Informationen besitzt, ist dies im Prinzip unmöglich. Die Schwierigkeit erkennt man besonders gut an der Existenz der historisch-kritischen Methode, die versucht, dem Wahrheitsgehalt von historischen Texten auf den Grund zu gehen.¹⁹

¹⁸ Antikensammlung Berlin, Inv.-Nr. Misc 8124; siehe dazu MATZ 1932.

¹⁹ Siehe dazu etwa MÜLLER 2010.

Als Fazit lässt sich für die Quellen also festhalten: Darstellende Quellen können, nachdem sie mit den entsprechenden altertumswissenschaftlichen Methoden kritisch interpretiert worden sind, eine Rekonstruktion unterstützen, während materielle Quellen nach einer für die Fragestellung hinreichenden Untersuchung und ggf. einer naturwissenschaftlichen Analyse eine Rekonstruktion bedingen können.

Einerseits kann der Rekonstruktionsprozess experimentelle Fragen auslösen, zum Beispiel: ‚Wie wurde eine römische Amphore gebrannt?‘ Andererseits kann aber auch eine fertiggestellte Rekonstruktion solche Fragen auslösen, etwa: ‚Wie wurde eine römische Amphore benutzt?‘ Es hängt immer von der Fragestellung selbst ab, ob jeweils eine Rekonstruktion notwendig ist, oder ob ein Modell ausreichend ist.²⁰ Es bleibt festzuhalten, dass aus den Ergebnissen einer Rekonstruktion oder eines Experimentes mit einer Rekonstruktion in der Regel keine normativen Ergebnisse erzielt werden können. Die Rekonstruktion einer Amphore bezieht sich notwendigerweise immer auf das spezifische Rekonstruendum, also auf ein ganz bestimmtes Original.²¹ Dieses kann möglicherweise anders sein, als eine auf den ersten Blick baugleiche andere antike Amphore, so können die Henkel etwas dicker oder dünner ausfallen, oder ‚besser‘ oder ‚schlechter‘ mit dem Gefäßkörper verbunden worden sein. Ist ein Rekonstruendum nicht vollständig erhalten, und müssen Teile ergänzt werden, zum Beispiel durch Vergleichsfunde oder plausibel erscheinende Überlegungen, kann man nicht mehr von einer Rekonstruktion im oben definierten Sinne sprechen. Zwar können die einzelnen Teile jeweils selbst Rekonstruktionen sein, das Ensemble der Rekonstruktionen wäre aber immer ein Modell.

²⁰ Vgl. RICHTER 2005, 107-110.

²¹ Ein normativer Ansatz ist aufgrund der zum Teil starken Unterschiede zwischen einzelnen Objekten einer Objektgruppe eigentlich ausgeschlossen. Die Aussagemöglichkeiten bleiben genau genommen ebenso stets auf das Rekonstruendum beschränkt.

Pflug und Haken: Ein Experiment zur Feldbearbeitung in der Römischen Antike

Josephine Blei

mit Beiträgen von
Heiko Bätzner und Christian Schillmaier
(unter Mitarbeit von Sabrina Bornmann)

Definition und Fachnomenklatur: Der römische Sohlenhaken

Eine „einheitliche(n) Fachnomenklatur und Systematisierung auf primär funktioneller und konstruktiver Grundlage“¹ benennt K.-R. Schultz-Klinken in seinem grundlegenden Werk zur Erforschung der Bodenbearbeitung durch Pflüge als wesentliche Voraussetzung für vergleichende Untersuchungen agrarhistorischer Belange. Damit ist vor allem gemeint, dass der Begriff Pflug nicht gemeinhin für alle Arten von bodenaufbrechenden Ackergeräten zu verwenden ist. Zwar wird im allgemeinen Sprachgebrauch das Wort Pflug benutzt; allerdings wird mit diesem Begriff in der agrartechnischen Fachsprache ein Gerät bezeichnet, dass eine ganz bestimmte Konstruktion und Funktion hat. So bezeichnet Schultz-Klinken als wesentliches Merkmal,

„daß Pflüge stets einseitig arbeiten und einen (bei mehrscharigen Pflügen mehrere) mehr oder weniger rechteckigen Erdstreifen aus dem Boden trennen, anheben, seitwärts versetzen, wenden und lockern, wobei die Furchensohle frei bleibt und (...) keine unbearbeiteten Streifen zwischen den Furchen zurückbleiben.“²

Dem so definierten Pflug stellt Schultz-Klinken den sogenannten ‚Haken‘ (auch Ard oder Arder³) gegenüber,⁴ der als Ackergerät im europäischen Raum seit der Jungsteinzeit in Gebrauch war und in den Entwicklungsgebieten Afrikas und Asiens noch heute benutzt wird.⁵ Die (durch Einzelfunde) bekannten Konstruktionen verschiedener Haken erfüllen folgende Funktion: Das Aufhaken des Bodens verursacht nicht nur eine schichtweise Lockerung des Bodens und die Anlage von Saatzfurchen, es kommt auch zu einer Anhäufung des aus der Furche ausgehobenen Erdreichs an einer oder zwei Seiten,

¹ SCHULTZ-KLINKEN 1981, 3.

² SCHULTZ-KLINKEN 1981, 29; vgl. TEGTMEIER 1993, 2.

³ Der Begriff stammt wohl nicht, wie man meinen könnte, vom lateinischen *aratrum*, sondern von skandinavischen *ard* oder *åder*, vgl. dazu TEGTMEIER 1993, 2 Anm. 1.

⁴ Vgl. auch die Systematik bei TEGTMEIER 1993, 2: „Beide Begriffe [Ard und Pflug] sind anhand konstruktiver und funktionaler Merkmale definiert.“; vgl. zur Unterscheidung zwischen Pflug und Haken auch WHITE 1967, 126.

⁵ Vgl. FRIES 1995, 53 mit Abb. 13 und 14; zu den Nachweisen über den Ackerbau seit der Jungsteinzeit vgl. SCHULTZ-KLINKEN 1981, 7-11 und 13f. (mit Abbildungen); siehe außerdem zu den ältesten Belegen von Ackergeräten TEGTMEIER 1993, 8-20.

wobei je nach Konstruktion das Erdreich sogar umgewendet wird.⁶ Es muss also nicht nur wegen der variablen Konstruktion von Ackergeräten, sondern auch wegen ihrer Funktion zwischen verschiedenen Modellen von Haken und Pflügen unterschieden werden.⁷

Die einfachste Form des Hakens, der Handsohlenhaken der Jungsteinzeit (Abb. 5.1), besteht aus einer Sohle, die durch den Boden gezogen wird, und einem Griff; wie der Name nahelegt, wurde der Handsohlenhaken von einer oder zwei Personen bewegt, nicht durch ein Gespann. Die spätestens seit der Bronzezeit, vielleicht auch schon früher⁸ genutzten gespanngezogenen Haken bezeichnet man als Jochsohlenhaken (Abb. 5.2,3) - sie weisen im Grunde die gleiche Konstruktion und Funktion wie die Handsohlenhaken auf: Der Sohlenteil wird durch den Boden gezogen; dadurch entsteht eine Saatfurche, wobei ein großer Teil des Erdaushubs wieder zurück in die Furche fällt und unbearbeitete Erddämme stehen bleiben.⁹

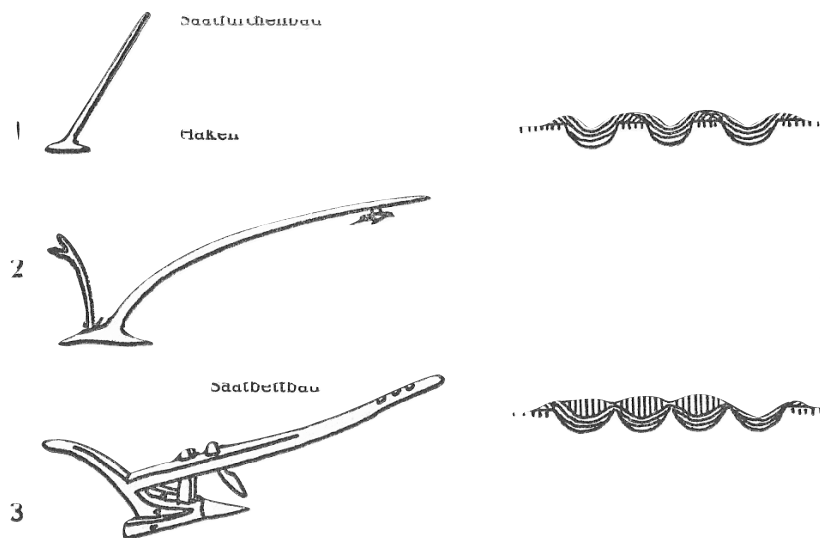


Abb. 5: Schema der Bodenbearbeitungsgeräte zum Saatfurchen- und Saatbettbau nach Schultz-Klinken 1981

⁶ Vgl. SCHULTZ-KLINKEN 1981, 10f. und 17.

⁷ Vgl. SCHULTZ-KLINKEN 1981, 8.

⁸ Vgl. KUHNEN 1994, 87.

⁹ Vgl. SCHULTZ-KLINKEN 1981, 9f.; vgl. auch das Schema der Grundformen von Haken bei HEIMBERG 2011, 88f. mit Abb. 67 und bei FRIES 1995, 25f. mit Tab. 1 und Abb. 2.

Technische Fortschritte bei der Konstruktion des Hakens, etwa die Anbringung von Streichbrettern, eisernen Scharen und Sechen,¹⁰ verändern wiederum die Funktion des Hakens, so dass eine gleichmäßige, beidseitige Häufelung des Aushubs neben der Saatsfurche oder sogar eine Wendung des Erdreichs erzielt und der Rückfall der aufgeworfenen Erde in die Furche vermindert wird.¹¹ In diesem Fall spricht man von einem Saatbett, das durch das Aufbrechen des Bodens entsteht. Auch (Beet-)Pflüge werden für den Saatbettbau genutzt, sind aber gekennzeichnet durch die einseitige Anbringung von Streichbrettern sowie von einer beidseitig schneidenden, asymmetrischen Pflugschar - beide Elemente bedingen die Wendung von Erdschollen, das kennzeichnende Merkmal der Funktion von Pflügen.¹²

Für die Römische Antike sind durch eine ganze Reihe von Quellen zwei unterschiedliche Ackergeräte bekannt:¹³ Der Großteil der Belege legt nahe, dass vor allem auf den trockenen und leichten Böden des Mittelmeerraumes verschiedene Formen von Sohlenhaken gebräuchlich waren; einige Notizen verweisen aber auch auf die Verwendung von Beetpflügen. So beschreibt etwa Plinius der Ältere in der zweiten Hälfte des 1. Jahrhunderts in seiner Naturkunde einen Räderpflug, der im raetischen Gallien¹⁴ erfunden worden sei und der mit einer breiten spatenförmigen Pflugschar die Schollen umwende.¹⁵ Ein weiterer Hinweis auf die Nutzung von schollenwendenden Pflügen in der römischen Landwirtschaft stammt jedoch erst wieder aus dem 4. Jahrhundert - der Kommentar des Servius zur Pflugbeschreibung Vergils¹⁶ lässt vermuten, dass in dieser Zeit zumindest in Norditalien der Räderpflug den Haken als bevorzugtes Ackergerät abgelöst hatte.¹⁷ Die technische Innovation der Römerzeit (im Grunde genommen der Eisenzeit) gegenüber

¹⁰ Zu den einzelnen Bestandteilen von Sohlenhaken siehe unten S. 36f.

¹¹ Vgl. Typ 3 der Bodenbearbeitungsgeräte bei SCHULTZ-KLINKEN 1981, 10: „Jochsohlenhaken. Hakenkörper mit beidseitigen Streichbrettern. Sohlenspitze durch Eisenschuh verstärkt sowie mit einem Sech.“

¹² Vgl. die Typen von Pflügen bei SCHULTZ-KLINKEN 1981, 10f.

¹³ Eine Klassifikation der römischen Pflüge liefert WHITE 1967, 126-128.

¹⁴ Die Lokalisierung der Raetia Galliae ist nicht unumstritten. Allgemein nimmt man an, dass es sich hierbei um ein Gebiet in Oberitalien zwischen Comer See, Verona und Padua handelt, siehe dazu HEIMBERG 2011, 92.

¹⁵ Plin. nat. hist. 18,172; siehe das Zitat unten S. 37 mit Anm. 6.

¹⁶ Serv. ad. loc.: *currus autem dixit propter morem provinciae suae, in quae aratra habent rotas, quibus iuvantur*; zitiert nach WHITE 1967, 141 - WHITE geht wegen dieser irrtümlichen Interpretation des Servius davon aus, dass es zu seiner Zeit möglicherweise Räderpflüge gab; zur Pflugbeschreibung Vergils siehe unten S. 36f.

¹⁷ Vgl. SCHULTZ-KLINKEN 1981, 39.

den einfachen Sohlenhaken ist die Ausstattung der bronzezeitlichen Grundkonstruktion mit eisernen Spitzen (Scharen) und einem vorgeschalteten Messer (Sech) - beide Elemente erleichtern das Aufbrechen des Bodens und ermöglichen ein tieferes und gleichmäßiges Eindringen in den Boden, sind aber keine unbedingten Kennzeichen für einen Pflug.¹⁸ Das allgemeine Bodenbearbeitungsgerät der Römer muss daher als Sohlenhaken bezeichnet werden.¹⁹ Wenn dennoch in diesem Band der Begriff ‚Pflug‘ gebraucht wird, so nur als im allgemeinen Sprachgebrauch üblicher Begriff - sofern nicht anders angegeben, ist freilich der römische Jochsohlenhaken damit gemeint.

Die einzelnen Bestandteile römischer Sohlenhaken und ihre Funktion sollen an dieser Stelle nicht aufgezählt werden; vielmehr werden im Folgenden die römischen Quellen zum Ackerbau darüber befragt werden, welche Bestandteile auszumachen sind und welche Funktion ihnen zukommt.

¹⁸ Vgl. WHITE 1967, 141f.; ähnlich auch SCHULTZ-KLINKEN 1981, 39.

¹⁹ So auch WHITE 1967, 127f.; auch die Bezeichnung „Hakenpflug“ ist in diesem Falle irreführend - dieser Begriff bezeichnet ein Ackergerät, das sowohl die Funktion von Haken als auch von Pflügen ausführen kann, und daher von diesen beiden Typen abgegrenzt werden muss, vgl. dazu SCHULTZ-KLINKEN 1981, 11.

Die Quellenbasis und ihre spezifische Problematik

Mit der Sichtung und Auswertung des relevanten Quellenmaterials sind vielschichtige Schwierigkeiten verbunden, die von der modernen Forschung weitgehend erkannt und berücksichtigt worden sind.¹ So werfen textliche, bildliche und materielle Quellen ihre jeweils eigenen Probleme auf. Auch wenn archäologische Funde wegen ihres dokumentarischen und meist unverfälschten Charakters vor allem hinsichtlich einer ‚Rekonstruktion‘ den anderen Quellengattungen vermeintlich² vorzuziehen sind, müssen sie im Bereich der römischen Pflügetechnik unbedingt durch andere Zeugnisse ergänzt werden, besonders da kaum organische Bestandteile römischer Pflüge erhalten sind. Während eiserne Pflugscharen und Seche sehr häufig und in relativ großer Zahl in den Fundkomplexen anzutreffen sind, kennen wir kein vollständig erhaltenes römerzeitliches Pfluggerät. Besser sieht die Situation bei den literarischen, einigermaßen gut bei den bildlichen Darstellungen auf Reliefs, Mosaiken und Münzen aus. Allerdings sind diese Quellengattungen nur bedingt aussagekräftig; selektive Informationen unterliegen hier dem Hintergrund und der Intention des Erschaffers und sind oft beeinflusst durch den künstlerischen Anspruch und den Zweck der Darstellung. Diese Aspekte sind bei einer hinreichenden Untersuchung - Voraussetzung für jegliche ‚Rekonstruktion‘ - zu berücksichtigen und sollen daher im Einzelnen betrachtet werden.

Textliche Quellen: Die Agrarschriftsteller

Die Auswertung der doch recht zahlreichen Nachrichten der römischen Agrarschriftsteller zur Bestellung der Felder muss die Grundlage der ‚Rekonstruktion‘ eines in der römischen Zeit gebräuchlichen Pfluggerätes darstellen, da die nur wenigen fragmentarischen Funde von Pflügen und Haken hierfür keineswegs ausreichend sind. Allerdings beschäftigen sich die Ausführungen der Agrarschriftsteller meist mit dem Vorgang des Pflügens und der dabei auftretenden Probleme, weniger mit der Konstruktion und Ge-

¹ Nach wie vor ausschlaggebend WHITE 1967, 123-145; vgl. außerdem FLACH 1990, 251-253; FRIES 1995, 12-14; NOACK-HILGERS 2001.

² Auch materielle Hinterlassenschaften spiegeln nur bedingt „historische Wirklichkeit“, da sie erst zum Sprechen gebracht werden müssen, was freilich nur unter Einbeziehung des historischen Zusammenhangs sowie vergleichender Quellen möglich ist.

stalt des Pfluggerätes an sich.³ Die einzigen einigermaßen vollständigen Beschreibungen stammen von Vergil und Varro; Columella, Plinius und Palladius geben lediglich vage Hinweise zu einzelnen Bestandteilen und deren Funktion.

Die Beschreibungen Vergils und Varros sind jedoch beide nicht ganz unproblematisch und damit schwierig zu interpretieren, was dem Charakter der jeweiligen Literaturgattung sowie der Intention der Autoren geschuldet ist. Während Vergils Epyllion *Georgica* mehr der mythologisch und poetisch verbrämten Schilderung des erstrebenswerten ländlichen Idylls Rechnung trägt, konzentriert sich Varro mit seiner Pflugbeschreibung, die bezeichnenderweise nicht in seinem Handbuch zur Landwirtschaft, sondern in seiner Abhandlung zur lateinischen Sprache und Grammatik zu finden ist, auf die ethymologischen Wurzeln der für die Pflugbestandteile verwendeten Begriffe.

Verg. georg. 1,162-175 (Übersetzung nach J. & M. Götte):

Pflugschar zunächst und gebogenen Pfluges wuchtendes Kernholz, (...)

Jung in den Wäldern, mit mächtiger Kraft gebogen, erwächst zum Krummholz die Ulme, empfängt die Form des gerundeten Pfluges. In das Krummholz fügt sich vorn, acht Fuß lang, die Deichsel, seitlich zwei Bretter und unten mit doppeltem Rücken der Scharbaum. Leichte Linde fällt man fürs Joch und ragende Buche, auch für die Sterze, sie lenke dir hinten die niedrigen Räder. Aber zuvor überm Herd prüft Rauch die Stärke der Hölzer.

Var. ling. Lat. 5,135 (eigene Übersetzung):

Das *aratrum* [‚Pflug‘] hat seinen Namen davon, dass es die Erde aufwirft (*arruit*). Sein eiserner Bestandteil heißt *vomer*, [Pflugschar] weil es mit diesem die Erde aufbricht (*vomit*). Der *dens* [Sohle] heißt so, weil er mit diesem die Erde beißt. Die Stange, die darauf [auf der Sohle] steht, heißt genau deshalb *stiva* [Sterz], und die darauf quer liegende Stange heißt *manicula*, da sie in der Hand des Pflügers liegt. Was gleichsam als Stange zwischen den Ochsen sich befindet, ist die *bura*, abgeleitet von *bos* - der Ochse. Andere nennen sie wegen ihrer gebogenen Gestalt *urvum*. (...)

Der ‚vergilianische Pflug‘ weist folgende Bestandteile auf: Die am Rücken verstärkte Sohle ist mit zwei seitlichen (Streich-?) Brettern versehen, darin eingepasst sind ein Sterz (aus Linde oder Buche) und ein gebogener Pflugbaum aus natürlich gewachsenem Krummholz einer Ulme. Am vorderen Ende des Pflugbaums wird die acht Fuß lange Deichsel angebracht, die wiederum das Joch für die Ochsen trägt. Fraglich ist die Er-

³ Vgl. dazu auch die Zusammenstellung bei FLACH 1990, 252f.

wähnung von ‚niedrigen Rädern‘, wie hier in der Übersetzung angegeben.⁴ Tatsächlich ist wohl eher von einer Übersetzung von *currus* als Gefährt im Sinne von Pfluggerät auszugehen, wonach die Stelle sinngemäß lauten muss: Durch den Sterz wird der Pflug von hinten gelenkt.⁵ Dies erscheint auch insofern wahrscheinlich, da ein sogenannter Räderpflug erst knapp 100 Jahre später bei Plinius dem Älteren erwähnt wird:⁶

„Vor nicht langer Zeit hat man im rätischen Gallien die Erfindung gemacht, an einer solchen Pflugschar zwei kleine Räder anzubringen; man nennt diese Art *plauumoratum*. Die Spitze hat die Form eines *Spatens*.“ (Übersetzung nach R. König)

Da Plinius ausdrücklich von einer erst kürzlich gemachten Neuerung spricht, ist davon auszugehen, dass Vergil offenbar etwas anderes beschreibt - nämlich lediglich die Funktion des Sterzes als Lenkstange. Was in der Aufzählung Vergils deutlich erkennbar wird, ist die Zusammensetzung des Pfluggerätes aus mehreren Bestandteilen, die sogar aus verschiedenen Holzarten bestehen. Bestätigt wird dies durch die Schilderung Varros, der die gleichen Hauptbestandteile nennt und nur in wenigen Punkten von Vergil abweicht:

Bestandteil	Vergil	Varro
Sohle	<i>dentalia</i>	<i>dens</i>
Sterz	<i>stiva</i>	<i>stiva</i>
Handgriff	-	<i>manicula</i>
Pflugbaum / Deichsel	<i>buris, temo</i>	<i>bura, urvum</i>
Pflugschar	<i>vomis</i>	<i>vomer</i>
seitliche Bretter	<i>ares</i>	-

⁴ Verg. georg. 1, 174: *stivaque, quae currus a tergo torqueat imos*.

⁵ Vgl. dazu auch die Übersetzung bei White 1967, 124: (...) and a stilt (*stiva*) to turn the base of the car (*currus*) from the rear.

⁶ Plin. nat. hist. 18, 172: *Non pridem inventum in Raetia Galliae duas addere tali rotulas, quod genus vocant plauomorati. Cuspis effigiem palae habet*; zur Diskussion um die Existenz und Konstruktion von Räderpflügen in der römischen Antike vgl. WHITE 1967, 141f.

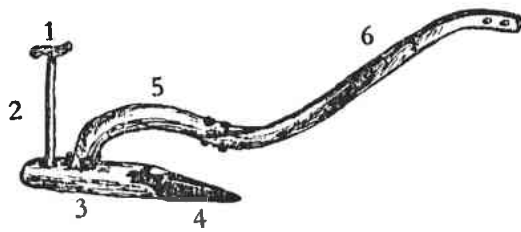


Fig. 104. Sole-ard. 1, Manicula;
2, Stiva; 3, Dentale; 4, Vomer;
5, Buris; 6, Temo

Abb. 6: Das aratrum nach White 1967

Während bei Vergil und Varro einigermaßen vollständige Beschreibungen römischer Pfluggeräte vorliegen, ergänzen die übrigen Agrarschriftsteller diese durch vereinzelte Hinweise. So spricht Columella lediglich über die Funktion einzelner Bestandteile bei verschiedenen Pflügeoperationen⁷; Plinius beschreibt neben dem bereits erwähnten Räderpflug unterschiedliche Typen von Pflugscharen und gibt

an, für welche Bedingungen diese am besten geeignet sind.⁸ Der spätantike Agrarschriftsteller Palladius stellt wieder mehr die Gesamtkonstruktion von Pflügen in den Vordergrund - so unterscheidet er zwischen dem einfachen Pflug und dem mit Streichbrettern (*tabellae*).⁹ Allerdings geht keiner der Agrarschriftsteller genau auf die Gestalt der Pfluggeräte ein, vielmehr erhält man nur eine vage Vorstellung von Konstruktion und Funktion (Abb. 6). Daher ist eine ‚Rekonstruktion‘ nur über die schriftlichen Quellen nicht zulässig und auch gar nicht möglich.

Die bildlichen Quellen: eine Auswahl

Wie bereits angesprochen, werfen die bildlichen Darstellungen von Pflügeszenen etwa auf Reliefs, Mosaiken und Münzen einige Probleme bei der Bewertung ihrer historischen Aussagekraft auf. So ist zunächst einmal zu fragen, was der Künstler mit seiner Darstellung bezweckte; dabei fällt auf, dass ein mögliches technisches Interesse am Pfluggerät selbst hinter der Szene des Pflügens in den Hintergrund tritt. Meist sind die Pfluggeräte nicht im Ganzen gezeigt und werden durch die Darstellung von Pflügern, Zugtieren oder Landschaft teilweise verdeckt - eben so, dass gerade noch zu erkennen ist, welcher Arbeitsgang bei der Feldbestellung gezeigt werden soll.¹⁰ Der Pflug selbst ist also nur erläuterndes Moment, es wird kein großer Wert auf eine detailgetreue Abbil-

⁷ Colum. 2,2,26-28 und 2,4,6-9.

⁸ Plin. nat. hist. 18,171f.

⁹ Pallad. 1,43,1.

¹⁰ Vgl. FRIES 1995, 13.

dung gelegt, vielmehr dienen die Szenen aus dem bäuerlichen Arbeitsalltag als Illustration des ländlichen Lebens. Pflugdarstellungen auf Münzen sind relativ häufig anzutreffen, allerdings sind diese rein schematisch und lassen kaum Schlüsse auf die genaue Konstruktion von Pflügen und der einzelnen Bestandteile zu.¹¹

Auf einem Mosaik aus dem heutigen Cherchel in Algerien ist eine Pflügeszene abgebildet, Teil einer umfassenden Darstellung des landwirtschaftlichen Arbeitszyklus in der sogenannten ‚Maison des Travaux Champêtres‘ (Abb. 7).¹² Die Pflügeszene besteht wiederum aus zwei einzelnen Szenen: Im oberen Teil ist das Aufbrechen des Ackers zu erkennen, im unteren Teil sieht man das Ausbringen der Saat, die sogleich untergepflügt und wieder mit Erde bedeckt wird. Das Mosaik von Cherchel bildet eine erfreuliche Ausnahme bei den bildlichen Quellen: Die Details des Pfluggerätes und des Pflügevorgangs sind hier hervorragend zu erkennen.



Abb. 7: Pflügeszenen auf einem Mosaik aus der ‚Maison des Travaux Champêtres‘, Caesarea/Cherchel, Algerien

¹¹ Vgl. WHITE 1967, 125; vgl. auch den Katalog bei FRIES 1995, Taf. 54f.

¹² Siehe dazu FERDI 2005, 113-117 mit Taf. 87 (Nr. 94).

Das Pfluggerät wird von zwei Stieren gezogen, während eine Person den Pflug am Sterz hält, ihren rechten Fuß auf der Sohle hat und dadurch lenkt bzw. die Krafteinwirkung bestimmt, eine andere Person offenbar den Stieren mit der Peitsche droht; der Pflüger ist also für die Steuerung des Pfluggerätes zuständig, eine zweite Person für das Gespann. Diese Arbeitsteilung wird im unteren Bild noch deutlicher: Der Pflüger behält seine Position bei und treibt die Stiere selbst mit einer Rute an; vor dem Gespann wird durch die zweite Person die Saat ausgebracht, die der Mann in einem Korb um seinen Hals mit sich trägt. Durch das unmittelbar anschließende Pflügen wird die Saat sogleich mit Erde bedeckt. Die Szenen werden umrahmt durch einen üppigen Pflanzenbewuchs mit Olivenbäumen.¹³

Das Pfluggerät lässt sich relativ gut erkennen; freilich ist die Deichsel durch die Zugtiere verdeckt. Die Grundkonstruktion zeigt einen gebogenen Pflugbaum, der in die Sohle eingelassen ist und dessen Halt durch eine senkrechte Verstrebung sowie eine diagonale Stütze verstärkt wird. Die senkrechte Stütze stellt den Sterz dar, der mit einem Handgriff versehen ist. Eine Pflugschar ist nicht zu erkennen, da sie entweder verdeckt wird durch die Füße der Rinder oder vielleicht gar im Erdboden steckt. Auch wenn hier offenbar aus Platzgründen eine starke Verkleinerung stattgefunden hat - so lässt sich doch nur schwer annehmen, dass der Abstand zwischen Gespann und Pflugspitze nur so gering sein konnte - zeigt das Bild die wesentlichen Bauteile des römischen *aratrum*, wie sie in den schriftlichen Quellen genannt werden. Seltsam mutet lediglich die Stellung der *stiva* an - die Anbringung in der Mitte der Sohle erscheint nicht besonders günstig, wenn man bedenkt, dass die größte Kraft auf die Sohle einwirken kann, wenn sich der Hebel am hinteren Teil der Sohle befindet - so schreibt ja auch Vergil, dass der Sterz den Pflug von hinten steuert.¹⁴ Dieser Teil der Darstellung mag der künstlerischen Konzeption geschuldet sein: Es lässt sich deutlich erkennen, dass der Erschaffer des Mosaiks dem Pflug, im Gegensatz zu den Figuren (und auch zum Hintergrunddekor), nur relativ wenig Platz einräumt.

Ganz ähnlich ist dies auch in zwei weiteren Darstellungen anzutreffen: Auf einem Relief aus Aquileia¹⁵ (Abb. 8) und einem Mosaik aus Saint-Romain-en-Gal¹⁶ (Abb. 9) ist

¹³ Vgl. auch die Beschreibung bei FERDI 2005, 115f.

¹⁴ Verg. georg. 1,174, siehe oben S. 36f.

¹⁵ Reliefplatte aus claudischer Zeit (Museo Archeologico Aquileia); siehe FRIES 1995, Kat.-Nr. 448.

¹⁶ „Oktoberbild“ des Kalendermosaiks aus dem frühen 3. Jahrhundert (Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye); siehe FRIES 1995, Kat.-Nr. 423; vgl. zum gesamten Mosaikzyklus HEIMBERG 2011, 34-38.

deutlich der Vorgang des Pflügens zu erkennen. Die Arbeitsteilung ist die gleiche wie auf dem Mosaik von Cherchel; vor dem Ochsespann geht ein Mann, der die Ochsen lenkt bzw. die Saat ausbringt, hinter dem Pflug ist ein Pflüger mit einer Rute, eine Hand hält den Sterz an der *manicula* fest. Auf beiden Darstellungen wird der Pflug schräg gehalten, so dass die Spitze in den Erdboden eindringt. Der Sterz ist jeweils hinter dem Pflugbaum in die Sohle eingelassen.



Abb. 8: Pflügeszene auf einem Relief aus Aquileia

Während der Pflug auf dem Relief noch relativ deutlich zu sehen ist, wirkt die Darstellung des Mosaiks gedrängt: Als Erklärung hierfür ist wohl wiederum auf die Konzeption und Symmetrie des Bildes zur verweisen, die eine lebenssechte Darstellung nicht erlaubt.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass diese bildlichen Darstellungen die literarischen Beschreibungen voll und ganz stützen und ergänzen. Es wird deutlich, wie die einzelnen Bestandteile zusammengesetzt sind und welche Funktion ihnen zukommt. Darüberhinaus sind drei Arbeitsschritte bei der Feldbearbeitung festzustellen: Nach dem Aufbrechen des Bodens durch den Pflug wird die Saat eingebracht und sogleich wieder untergepflügt. Die Bedeckung mit Hilfe einer Egge erscheint also gar nicht notwendig, was auch von Plinius in dieser Weise geschildert wird.¹⁷

¹⁷ Plin. nat. hist. 18,180.



Abb. 9: Pflügeszene aus dem Mosaikzyklus von Saint-Romain-en-Gal

Was allerdings nur in geringem Maße aus beiden Quellengattungen hervorgeht, ist die Konstruktion, also die Zusammensetzung der Einzelteile. Wie werden diese aneinander befestigt? Offenbar haben wir ja keine Fertigung aus einem Stück gewachsenen Holzes, wie besonders Vergil deutlich macht, aber auch die bildlichen Darstellungen klar erkennen lassen - so sieht man auf dem Mosaik aus Cherchel deutlich, dass das Pfluggerät aus verschiedenfarbigen Hölzern zusammengesetzt ist. Aus keiner der bereits besprochenen Quellen ist ersichtlich, ob die Teile miteinander verzapft, durch Riemen verbunden oder etwa sogar durch Metallstifte oder ähnliches vernietet sind. Daher muss unbedingt nach archäologischen Funden gesucht werden, die uns die Antwort auf diese Frage näher bringen können.

Archäologische Funde und das Modell eines römischen Sohlenhakens

Das allgemein erkannte Problem der Forschung über antike Agrartechnik, im Speziellen über römische Haken und Pflüge, liegt darin, dass kein einziges römisches Pfluggerät im Ganzen erhalten ist.¹⁸ Während eiserne Bestandteile von Haken in großer Zahl vor allem im Kontext von ländlichen Siedlungen in den römischen Rhein- und Donauprovinzen aufgefunden wurden,¹⁹ sind Holzkonstruktionen weitgehend nur über die textlichen und bildlichen Quellen bekannt. So stützten sich auch bisherige Pflugexperimente auf Holzfunde mit meist eisenzeitlicher Datierung, die aus dem norddeutschen-skandinavischen Raum stammen und wegen der dortigen (feuchten und moorigen) Bodenbedingungen ungleich besser erhalten sind.²⁰

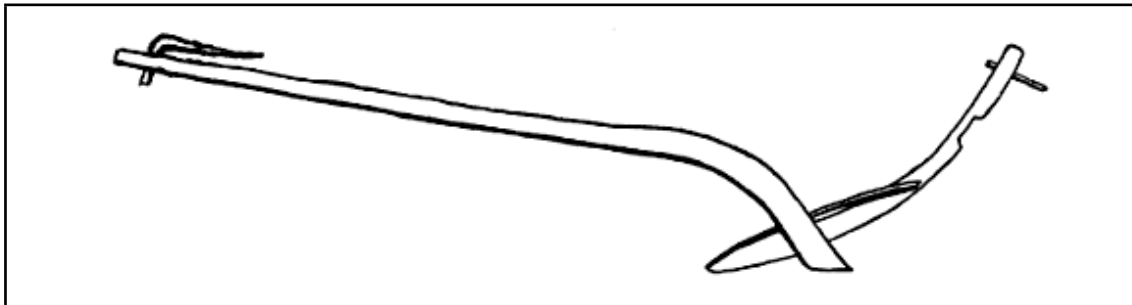


Abb. 10: Schema des bei Døstrup gefundenen Pfluggerätes

Auch wenn sicherlich gewisse Parallelen der agrartechnischen Entwicklung in Bezug auf Konstruktion und Funktion der Ackergeräte in den peripheren Gebieten der antiken Mittelmeerwelt anzunehmen sind, bilden diese Funde keine sichere Grundlage zur Erforschung spezifisch römischer Pflügetechnik, zumal sie auch nur bedingt Ähnlichkeit zu den Darstellungen römischer Schriftsteller und Bildwerke aufweisen. Der sogenannte Haken des Typs Døstrup²¹ etwa, nach einem in einem jütländischen Moor (Dänemark)

¹⁸ Am bekanntesten ist wohl der Fund eines hölzernen Pflugfragments, das ganz in der Nähe des Hortfundes von Neupotz zu Tage gekommen ist, vgl. KÜNZL 1993, 356; siehe auch FRIES 1995, Kat.-Nr. 31, Taf. 1 und 7 - hier als Doppelsterz mit eiserner Schar beschrieben.

¹⁹ Siehe etwa POHANKA 1986, 52-56; FRIES 1995, 52f. mit Taf. 3-28.

²⁰ Vgl. etwa ABERG/BOWEN 1960 und HANSEN 1969, auf die auch im Folgenden noch eingegangen wird; siehe außerdem COLES 1973, 27-33.

²¹ Vgl. das Schema bei SCHULTZ-KLINKEN 1981, 12 Abb. 2/5.; ein Experiment mit einem Pflugmodell nach einem Fund aus Hendiksmose, Jütland, das dem Døstrup-Typ angehört, beschreibt HANSEN 1969, hier (68-72) auch eine sehr ausführliche Beschreibung des Fundes.

weitgehend intakt geborgenen Fund, weist zwar die schon bei Vergil genannten Bestandteile wie Pflugbaum, Sohle und Sterz auf, zeigt aber eine andere Grundkonstruktion; während gemäß der römischen Quellen der Pflugbaum offenbar in die Sohle eingesetzt wurde, ist die Verbindung beim Døstrup-Ard genau umgekehrt gelöst: Die Sohle wird durch den Pflugbaum geführt, so dass die hölzerne Schar die Spitze vor dem Pflugbaum bildet und ein schräger Winkel entsteht, die Sohle also nicht auf dem Boden aufliegt (Abb. 10).



Abb. 11: Der restaurierte Pflug von Lavagnone in einer Sonderausstellung der Archäologischen Staatssammlung München (2012)

Viel eher scheint der bronzezeitliche Haken des Typs Walle (Ostfriesland) den Beschreibungen und Darstellungen der römischen Quellen zu entsprechen: Die Grundkonstruktion der Funde dieses Typs zeigt einen Jochsohlenhaken, bei dem Sohle und Pflugbaum aus einem Stück gefertigt sind.²² Dieser Typ war offenbar nicht nur im nordeuropäischen Raum beheimatet, wie ein herausragender Fund aus Oberitalien beweist: Der sogenannte Pflug von Lavagnone ist ein Fundstück aus einem Moorgebiet in der heutigen Provinz Brescia und wurde bei Ausgrabungen einer frühbronzezeitlichen Pfahlbau-

²² Vgl. SCHULTZ-KLINKEN 1981, 10 und 12 mit Abb. 2/1.

siedlung in den Jahren 1974 bis 1979 entdeckt.²³ Das sehr gut erhaltene Fundstück wurde in den Werkstätten des Römisch-Germanischen Zentralmuseums in Mainz (RGZM) restauriert und konserviert (Abb. 11).²⁴ Wegen seines Zustands und der ausgezeichneten Grabungsdokumentation dient der Pflug von Lavagnone als Grundlage für die weiteren Überlegungen zur Konstruktion späterer, römerzeitlicher Ackergeräte.

Der Jochsohlenhaken, der dem Typ Walle entspricht, besteht aus einem etwa 2,2 m langen Pflugkörper mit Pflugbaum, der aus der Astgabel einer Eiche geschnitten wurde.²⁵ Der eigentliche Pflugkörper, die Sohle, ist ein massiver, sich zur Spitze hin verjüngender, 90 cm langer Eichenholzklotz mit einer abgeflachten Unterseite. Im hinteren Bereich der Sohle befindet sich ein rechteckiges Zapfloch, das den Sterz aufnimmt. Der Sterz selbst befand sich bei der Auffindung in der Sohle und war mit Hilfe eines kleinen Holzkeils fest mit der Sohle verbunden. Etwas weiter abseits wurde zudem ein weiterer Sterz gefunden, der exakt dem im Pflugkörper steckenden Sterz entspricht und möglicherweise als Ersatzteil diente; noch etwas weiter entfernt vom Fundort entdeckte man die Fragmente eines Doppeljoches. Die Sohle war natürlich noch nicht mit einer Schar aus Metall versehen; stattdessen legt eine etwa 1 cm tiefe Nut nahe, dass hier ein Sohlbrett (Abb. 12) eingesetzt wurde, das wegen der starken Beanspruchung und Abnutzung immer wieder ausgewechselt werden musste. Der in die Sohle eingelassene Sterz besteht aus einem ovalen Eichenstock, der sich am unteren Ende zu einem rechteckigen Klotz verbreitert und so exakt in das in der Sohle befindliche Zapfloch passt.



Abb. 12: Sohle mit dem auswechselbaren Sohlbrett



Abb. 13: Hakenblatt zur Befestigung einer Verlängerung

²³ Vgl. PERINI 1983.

²⁴ Vgl. PERINI 1983, 187.

²⁵ Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf die von PERINI 1981, 188-190 publizierten Daten.

Der neben dem Pflug gefundene Sterz besaß außerdem einen vollständig erhaltenen Handgriff - ein am oberen Ende im rechten Winkel abstehender Ast, der bei dem eingesetzten Sterz abgebrochen war. Der Pflugbaum ragt als Ast im 45°-Winkel aus der Sohle und hat eine Länge von 1,8 m; ein sogenanntes Hakenblatt (Abb. 13²⁶) am Ende des Pflugbaums weist darauf hin, dass hier eine Verlängerung angebracht wurde, zumal auch der Pflugbaum sonst zu kurz wäre, um daran ein Gespann anzuschirren.

Der Pflug von Lavagnone liefert Hinweise dazu, wie die einzelnen Komponenten des Ackergerätes miteinander verbunden waren, welche Abmessungen die Gesamtkonstruktion und die Einzelbestandteile haben konnten und welches Material man sich zunutze machte. Da genau diese Aspekte nicht eindeutig aus den römischen Text- und Bildquellen hervorgehen, wurde für diese grundlegenden Informationen auf den bronzezeitlichen Sohlenhaken zurückgegriffen: Abmessungen, Material und Verbindungselemente orientieren sich für den Nachbau eines römischen Pfluges an diesen Vorgaben.²⁷ Neben dem Fund von Lavagnone ergänzen aber auch dezidiert römische Funde das Bild vom römischen Sohlenhaken: Dabei handelt es sich freilich nicht um Funde von Pfluggeräten, sondern um Miniaturgeräte - Modelle, die als Votiv- oder Grabbeigaben das alltägliche landwirtschaftliche Leben und Arbeiten abbilden.

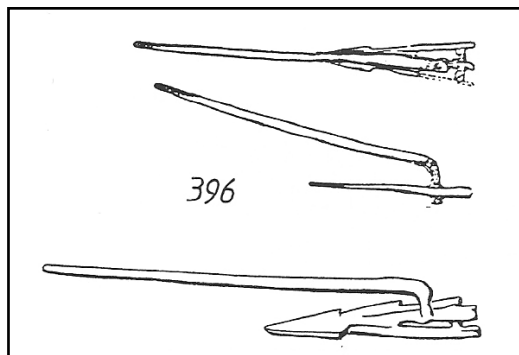


Abb. 14: Schema eines Miniaturpflugs aus Köln-Rodenkirchen

Stellvertretend für eine ganze Reihe solcher Pflugmodelle sei hier das Modell eines Pfluggespanns aus Köln-Rodenkirchen angesprochen. Dieses Modell liefert zwar keine weiteren Anhaltspunkte, bestätigt aber zumindest das bislang gewonnene Bild; es ist deutlich zu erkennen, dass der Pflugbaum in die Sohle eingesetzt ist (Abb. 14).

²⁶ Abb. 11 - 13 zeigen den für die Sonderausstellung „Im Licht des Südens“ (16.12.2011 bis 27.05.2012, Archäologische Staatssammlung München) präparierten Pflug; auf Abb. 13 ist zu sehen, dass an der Einkerbung an der Oberseite des Pflugbaums die Reste des Doppeljoches angebracht sind - dies dient wohl der Visualisierung des gesamten Fundmaterials und entspricht nicht der tatsächlichen Konstruktion des Pfluggerätes.

²⁷ Siehe dazu die Konstruktionszeichnungen im Anhang, Anlage 1.

Damit ist jedoch das grundlegende Problem der Holzkonstruktion noch nicht ganz gelöst: Wie bereits angesprochen, lassen die römischen Quellen vermuten, dass das Pfluggerät aus verschiedenen Teilen und Hölzern bestand, und nicht unbedingt aus einem gewachsenen Stück Holz gefertigt war. Außerdem ist hier auch ein praktisches Hindernis für das Experiment von Bedeutung: Eine Astgabel aus Eiche ist zumindest im üblichen Holzhandel nicht zu bekommen; so war es daher aus zweierlei zwingenden Gründen nötig, eine Lösung für das Problem der Verbindung von Pflugbaum und Sohle zu finden. Da der Sterz durch ein Zapfloch in die Sohle eingepasst werden kann, liegt es nahe, dies genauso auch mit dem Pflugbaum zu tun. Um den gewünschten Winkel von etwa 45° zu erreichen, muss hierbei eine schräge Aussparung aus der Sohle gestemmt werden, die den Pflugbaum aufnimmt.

Wie lässt sich der Pflugbaum jedoch so befestigen, dass er stabil in der Sohle sitzt? Ein Indiz findet sich in der Darstellung einer Pflügeszene auf dem Relief aus Aquileia (Abb. 8). Hier sieht es so aus, als sei der Pflugbaum in die Sohle eingelassen und mit einer Art Stift in der Sohle befestigt (Abb. 15). Dies mag also eine Möglichkeit sein, die nötige Festigkeit der Verbindung zu erreichen; aus dem Relief wird jedoch nicht ersichtlich, aus welchem Material (Holz oder Metall?) ein solcher Stift gefertigt sein könnte.

An dieser Stelle müssen pragmatische Überlegungen zur Durchführung des Experiments einsetzen: Aus Gründen der Praktikabilität erscheint ein Metallstift besser geeignet, um den Kräften, die auf den Pflugbaum wirken, standzuhalten. Die Quellenlage lässt keine sicheren Aussagen zu diesem Aspekt zu; es bleibt also eine gewisse Unsicherheit beim Nachbau eines römischen Sohlenhakens bestehen.



Abb.15: Ausschnitt aus einer Pflügeszene (siehe Abb. 8)

Die Grundkonstruktion des römischen Sohlenhakens ist nach den Schilderungen der Agrarschriftsteller wohl in der Regel mit einer eisernen Pflugschar (*vomer*) und einem Pflugmesser oder Sech (*culter*) ausgestattet gewesen. Diese eisernen Pflugbestandteile sind im Fundmaterial ländlicher Siedlungen vertreten und daher besser erforscht und

belegbar als die Holzkonstruktion.²⁸ Das Fundmaterial macht deutlich, dass verschiedene Typen von Scharen genutzt wurden,²⁹ sicherlich bedingt durch die Anforderungen an das Ackergerät durch unterschiedliche klimatische Verhältnisse und die Bodenbeschaffenheit in bestimmten Regionen. Für die römische Kaiserzeit zeigen vor allem die Gebiete nördlich der Alpen eine starke Massierung von Funden eiserner Pflugbestandteile, was sicherlich auch der intensiven archäologischen Erforschung der römischen Grenzgebiete geschuldet ist; besonders Britannien, das obergermanisch-raetische Limesgebiet und der Donauraum mit Pannonien weisen eine sehr hohe Funddichte auf, während hingegen für Italien oder Frankreich nur verhältnismäßig wenige Vertreter dieser Fundart bekannt sind.³⁰ Gleichzeitig ist festzuhalten, dass die Typenzusammensetzung der Pflugschare in den nördlichen Grenzregionen deutlich variiert. Zusätzlich lässt sich beim Großteil dieser Funde von römerzeitlichen Scharen eine Vergesellschaftung mit dem Pflugmesser oder Sech, das der Schar vorgelagert ist und den Boden vorschneidet, antreffen.³¹

Die bekannten Typen von Pflugscharen und Sechen der Römerzeit und ihre räumliche Verteilung werden hier nicht im Einzelnen vorgestellt, stattdessen sei auf die überaus umsichtige Untersuchung und Katalogisierung von J. Fries hingewiesen.³² Festgehalten sei aber, dass vor allem vier Typen von Scharen gehäuft vorkommen: Die nach Fries als Typen 5 und 6 bezeichneten blattförmigen Schare mit verschliffenen bzw. zwei gleichen Schultern (Abb. 16) tauchen fast genauso häufig auf wie die sogenannten Stangenschare (Typen 10 und 11), beide Grundformen sowohl in symmetrischer wie auch asymmetrischer Form.³³ Auffällig ist auch, dass vorwiegend bei den symmetrischen Formen dieser Typen geradezu regelhaft ein Sech mit zur Ausstattung gehörte, wie die Zusammenfunde zeigen; Fries geht wegen dieser Häufung davon aus, dass in römischer Zeit symme-

²⁸ Siehe oben S. 43 mit Anm. 19.

²⁹ Dies auch ersichtlich bei Plin. nat. hist. 18,171f., wo drei Schartypen beschrieben werden, siehe dazu unten S. 58 mit Anm. 8.

³⁰ Vgl. dazu FRIES 1995, 52-55 mit Beilage 2.

³¹ Vgl. FRIES 1995, 58-60: 63,5 % der von FRIES untersuchten Seche aus der römischen Kaiserzeit wurden zusammen mit Scharen gefunden.

³² FRIES 1995, 40-66, Taf. 8-28.

³³ Vgl. FRIES 1995, 42-50 mit Tab. 3-5 und Abb. 10.

trische Schare (und damit auch symmetrische Pfluggeräte wie der Sohlenhaken) mit einem Sech ausgestattet waren.³⁴

Für das Modell eines römischen Sohlenhakens drängt sich diese Kombination also geradezu auf. Für die Auswahl eines bestimmten Typs von Schar bzw. Sech war aber nicht nur die Fundanzahl oder die Zusammenfunde dieser Typen ausschlaggebend, sondern auch der Zugang dazu. Letztlich sollten ja originalgetreue Repliken der für den Nachbau in Frage kommenden Fundstücke angefertigt werden.



Abb. 16: Symmetrische blattförmige Schar (Archäologische Staatssammlung München)



Abb. 17a und b: Die Repliken von Pflugschar und Sech in der Schmiede

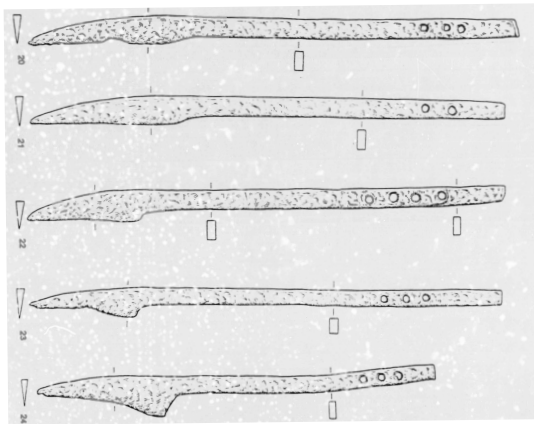
Mit freundlicher Unterstützung durch Dr. Bernd Steidl von der Archäologischen Staatssammlung München³⁵ war es möglich, eine symmetrische blattförmige Schar mit gleichen Schultern (Typ 6 nach Fries), die aus einem ländlichen, wohl spätrömischen Sied-

³⁴ Vgl. FRIES 1995, 65 mit Tab. 9.

³⁵ An dieser Stelle sei Herrn Steidl für seine wertvolle Beratung und Diskussionsbereitschaft noch einmal herzlich und ausdrücklich gedankt.

lungskontext in der Nähe von Traunstein (südlichstes Oberbayern) stammt,³⁶ zu untersuchen und zu vermessen (Abb. 16). Die Schar weist einige Abnutzungerscheinungen auf, die vom Gebrauch stammen müssen: So ist sie einseitig abgeschliffen, was auf eine schräge Pflugführung hindeutet. Für die Replik (Abb. 17a) wurden diese Abnutzungen weitgehend ergänzt, um eine neuwertige Schar zu simulieren.

Da mit dieser Schar kein Sech gefunden wurde, musste auf einen anderen Fundkomplex zurückgegriffen werden; bei dieser Überlegung war wiederum ausschlaggebend, wie gut der Zugang zu den Funden ist, also wie umsichtig die Einzelfunde dokumentiert sind. Als vorbildlich stellte sich bei der Suche die Publikation der Funde aus Echzell-Gettenau (Wetterau, Hessen)³⁷ heraus. Ein Depotfund in der Nähe des römischen *vicus* von Echzell, der in nur geringem Abstand zur Straßenverbindung zwischen den Kastellorten Echzell und Friedberg entdeckt wurde, zeigt das umfangreiche Inventar landwirtschaftlicher Geräte eines typischen römischen Gutshofes der mittleren Kaiserzeit. Zu den (noch bekannten) 24 Stücken des Depots gehören acht Schare und fünf Seche, die allesamt Abnutzungsspuren aufweisen.³⁸ Die Schare gehören der gleichen Form an und dürfen nach Fries dem Typ 11 zugeordnet werden.³⁹ Nun entspricht zwar dieser Typ der Stangenschar nicht der für den Nachbau ausgewählten blattförmigen Schar, die vorherigen Ausführungen machen jedoch deutlich, dass die Kombination mit der blattförmigen Schar ebenso denkbar und möglich ist.



Als Vorlage für die Replik des Sechs (Abb. 17b) wurde daher eines der Echzeller Seche mit einem viereckigen, dreifach gelochtem Schaft und einer leicht nach vorn gewinkelten Schneide ausgewählt (Abb. 18).⁴⁰

Abb. 18: Die Seche aus Echzell-Gettenau - als Vorlage für die Replik diente Nr. 23 (viertes von oben)

³⁶ Bei FRIES 1995 im Katalog unberücksichtigt.

³⁷ Vgl. LINDENTHAL 2007.

³⁸ Die Interpretation einer solch großen Menge an Pflugbestandteilen als Inventar eines einzigen Hofes ist umstritten, vgl. die Überlegungen bei LINDENTHAL 2007, 138f.

³⁹ Vgl. FRIES 1995, Taf. 22 mit Kat.-Nr. 50a-h.

⁴⁰ Vgl. LINDENTHAL 2007, Kat.-Nr. 23, Abb. 83; siehe auch FRIES 1995, Kat.-Nr. 50m, Taf. 25.

Die Anfertigung der Repliken übernahm der Schmied Jürgen Graßler; anhand der genauen Form und Maße wurden Schar und Sech aus Weicheisen geschmiedet; zwar stellen sie keine Rekonstruktion im eigentlichen Sinne dar, da die Schmiedewerkstatt auch mit modernen Mitteln arbeitet, das Herstellungsverfahren und auch die Verwendung von Schmiedeeisen (an Stelle von modernem Industriestahl) entspricht jedoch weitgehend den antiken römischen Methoden und Bedingungen.⁴¹

Mit den eisernen Bestandteilen ist unsere Pflugkonstruktion fast vollständig. Es fehlt allerdings noch ein weiteres Element, dass in den textlichen Quellen von Vergil und Palladius als *aures* und von Varro sowie von Plinius als *tabula* oder *tabella(e)* angesprochen wird.⁴² Wie diese ‚Ohren‘ oder ‚Bretter‘ ausgesehen haben, wird anhand dieser Hinweise nur in Ansätzen deutlich. So weist Palladius darauf hin, dass die *aratra aurica* - die ‚Pflüge mit Ohren‘ - im Gegensatz zu den einfachen Pflügen (*aratra simplicia*) zum Einsatz kamen, wenn eine tiefere Furche erzeugt werden sollte. Varro hingegen berichtet, dass durch die *tabellae* ein Graben neben der Furche entsteht, der überschüssiges Regenwasser aufnehmen kann; hauptsächlicher Zweck der *tabellae* sei aber die Bedeckung des Saatgutes mit Erde, vielleicht auch das Wenden der Erde;⁴³ er bezeichnet diesen Arbeitsvorgang, der den dritten Pflügevorgang bei der Bestellung eines Ackers darstellt als *lirare*. Auch Plinius weist darauf hin, dass eine *tabula* nach der Aussaat zum Einsatz kommt. Aus diesen knappen Informationen lässt sich schließen, dass die Ohren oder Bretter, die allgemein als Streichbretter bezeichnet werden, variabel an das Ackergerät angebracht werden konnten, also wahrscheinlich relativ unkompliziert zu montieren und auszutauschen waren. Zudem lässt der simultane Vorgang des Grabenziehens und der Bedeckung der Saatfurchen vermuten, dass ein Paar Streichbretter, eines auf jeder Seite des Hakens, angebracht wurde; für die Bedeckung der Saat allein würde freilich auch ein einzelnes Streichbrett ausreichen.⁴⁴

Die Funktion der Streichbretter wird relativ eindeutig beschrieben, während man weder etwas über ihr Aussehen erfährt, noch darüber, wie und wo sie am Ackergerät ange-

⁴¹ Vgl. dazu etwa PLEINER 1970; siehe zur Werkstatt: <http://www.schorsch-der-schmied.de>.

⁴² Verg. georg. 1,172; Pallad. 1,43; Var. rust. 1,29,2; Plin. nat. hist. 18,180.

⁴³ Auf diesen Zusammenhang zwischen „Bedecken“ und „Wenden“ weist FRIES 1995, 71 hin und gibt dafür weitere Belege bei den Agrarschriftstellern an.

⁴⁴ Vgl. WHITE 1967, 140; FRIES 1995, 71 nimmt an, dass nur ein Streichbrett für asymmetrische Pflüge in Frage kommt, die dann tatsächlich als frühe Beetpflüge bezeichnet werden dürfen.

bracht sind. Funde von Streichbrettern sind nicht bekannt,⁴⁵ auch die bildlichen Darstellungen von Pflügeszenen lassen keine Details erkennen.

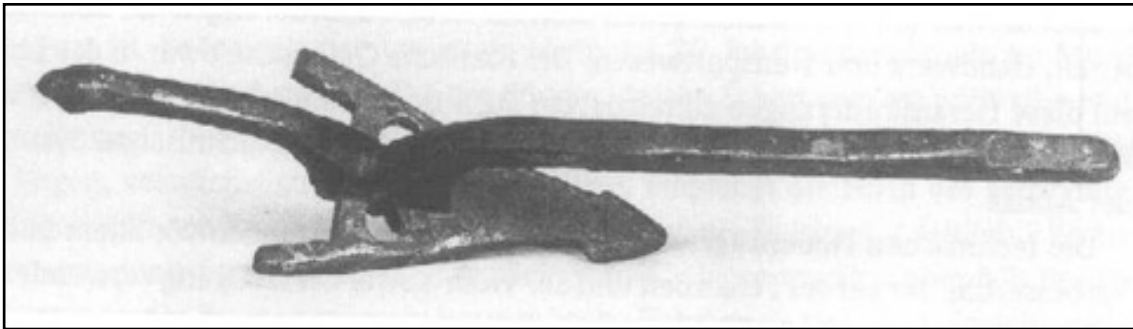


Abb. 19: Bronzener Miniaturpflug aus einem Hügelgrab bei Sussex, GB (British Museum, London)

Allerdings können die bereits angesprochenen Miniaturmodelle aushelfen: So lassen einige Modelle der Römischen Kaiserzeit, unter anderem auch das Pflugmodell aus Köln-Rodenkirchen, ganz deutlich von der Sohle seitlich abstehende, wohl hölzerne Bretter erkennen, die vorn in einem spitzen Winkel angebracht und am hinteren Ende durch jeweils eine Querverstrebung an der Sohle befestigt sind (Abb. 19).⁴⁶ Durch die Form und Anbringungsweise wird denkbar, dass bereits aufgeworfene Erde von den Brettern abgelenkt wird und an der Seite in eine bereits gezogene Furche fällt und vielleicht sogar gewendet wird, bzw. auch, nicht in diejenige Furche zurückfällt, die im Begriff ist zu entstehen. Schwieriger zu erklären ist die Behauptung von Varro und Palladius, dass durch die Streichbretter Gräben entstünden; wahrscheinlich ist hier gemeint, dass die Streichbretter Breite und Tiefe der Saatzfurche vergrößern - was durchaus bei der Konstruktion der Modelle anzunehmen sein dürfte.

⁴⁵ Vgl. FRIES 1995, 71.

⁴⁶ Vgl. FRIES 1995, Kat.-Nr. 387, 391, 396, 397.

Fragestellungen, Voraussetzungen und Versuchsaufbau

Bereits hinsichtlich der Konstruktion des Sohlenhakens haben sich einige Fragen ergeben, die nicht ausschließlich über die Quellenlage zu beantworten sind. Im Hinblick auf die Anbringung und Funktion der Streichbretter etwa kann durch variable Feldversuche mehr Klarheit erreicht werden. Im Vorfeld der Durchführung des eigentlichen Experiments mussten die Fragen zu Funktion und Funktionalität des Sohlenhakens und seiner einzelnen Bestandteile eindeutig formuliert werden. Eine ganze Reihe von Fragen wurde aufgeworfen, nur ein Teil davon ist aber tatsächlich dazu geeignet, durch das Experiment beantwortet zu werden, zumal der Feldversuch auch einigen nicht unerheblichen Einschränkungen unterlag.¹

Die Herausforderung bei der Vorbereitung des Feldversuchs lag also darin, nachvollziehbare, messbare und vergleichbare Fragen und Erwartungen zu formulieren, die auf einer eben solchen Erkenntnisgrundlage fußen. Grundlage der entwickelten Fragen sind die Äußerungen der römischen Agrarschriftsteller zu Furchentiefe und Furchenaushub, zur Gleichmäßigkeit der Bearbeitung der Bodenfläche und damit auch zum Furchenabstand. Diese sollten nach Möglichkeit bestätigt, ergänzt oder korrigiert werden. Der Fragenkomplex nach Funktion und Effektivität unseres Pfluggerätes stellte also den Kern der Untersuchungen dar. Daneben sollten aber auch Beobachtungen zur Funktionalität und zur Handhabung des Sohlenhakens, zur Beanspruchung und zum Verschleiß des Gerätes bzw. einzelner Bestandteile gemacht werden; hier wurden nur bedingt verifizierbare Ergebnisse erwartet, da der Versuchszeitraum von zwei Wochen schlichtweg zu kurz ist, um valide Aussagen machen zu können.

Die im Anhang befindliche tabellarische Auflistung verdeutlicht die an das Experiment gestellten Fragen und stellt ihnen die jeweilige Erkenntnisgrundlage gegenüber, zudem werden Vorgehen und erwartete Ergebnisse skizziert; sie geht in gekürzter Form auf eine Ausarbeitung der am Projekt beteiligten Studierenden zurück, die im Rahmen der Lehrveranstaltung zur Vorbereitung des Feldversuchs erstellt worden ist.²

¹ Siehe dazu unten S. 54f.

² Siehe Tab. 1-4; das Konzept und die Tabellen wurden erarbeitet von Petra Brödner, Rocio Reuße Sanchez, Christian Schillmaier und Claudia Schrader.

Der Feldversuch im Rahmen des Experiments fand vom 11. bis zum 25. August 2012 auf dem Gelände des Europäischen Kulturparks Bliesbruck-Reinheim statt. Während dieses zweiwöchigen Aufenthaltes wurden die vorbereiteten Konzepte zu den einzelnen Fragestellungen auf den Prüfstand gestellt und nach den Regeln der Experimentellen Archäologie bearbeitet.

Der praktische Teil des Experimentes teilte sich in zwei Phasen: In den ersten vier Tagen wurde das Modell des Sohlenhakens fertiggestellt; die zuvor bereits bearbeiteten Einzelteile wurden nun passend gemacht und zum kompletten Modell zusammengesetzt. Nur die Streichbretter fertigten die Studierenden erst in Reinheim nach den vorher gemachten Konstruktionszeichnungen an. Die zweite Phase stellte den eigentlichen Feldversuch dar; über neun Tage hinweg kam das Pflugmodell zum Einsatz, wobei sämtliche Faktoren, Ereignisse und möglichen Ergebnisse von den Studierenden minutiös festgehalten wurden.

Ein archäologisches Experiment läuft in der Regel nicht unter Labor-Bedingungen ab und so unterlag auch dieses Experiment einigen äußeren Einflussfaktoren, die nicht veränderbar waren. Besonders die Witterungsverhältnisse und die Bodenbeschaffenheit stellten den Feldversuch vor Probleme. Allgemein war das Wetter für die Durchführung des Experiments recht gut - über die gesamten zwei Wochen war es konstant heiß und trocken; die mittleren Temperaturen von etwa 30° C im Schatten führten aber auch dazu, dass die körperlich anstrengende Arbeit des Pflügens nur in den Vormittags- und Abendstunden über längere Zeit (jeweils etwa eine Stunde) ausgeführt werden konnte, am Nachmittag wurden nur kurze Pflugdurchgänge vorgenommen. Die bereits vor dem Experiment lang andauernde Trocken- und Hitzeperiode hatte allerdings zur Folge, dass der Boden geradezu ausgedorrt war und sich eine sehr trockene und harte Kruste gebildet hatte, die nur schwer aufzubrechen war und hohe Anforderungen an das Pfluggerät stellte. Tatsächlich wurde nach den ersten Pflugversuchen deutlich, dass der obersten Kruste nur durch ein vorheriges Aufhacken und Auflockern beizukommen war. Zudem war die Fläche, die uns für das Experiment zugewiesen worden war, offenbar über Jahre unbearbeitet und wies einen sehr dichten Bewuchs mit Unkräutern, vor allem langwurzigen Quecken, auf. Dieser Zustand des Bodens entspricht sicherlich nicht dem einer urbaren und regelmäßig bearbeiteten Ackerfläche, die für die Fragestellungen des Experiments benötigt worden wäre; man musste sich daher mit dem Ansatz begnügen, dass der Sohlenhaken gleichsam unter Extrembedingungen getestet werden musste.

Ein zweites Handicap des Experiments war das Fehlen eines Gespanns: Von vorneherein war klar, dass mit den beschränkten Mitteln nicht auf ein entsprechend trainiertes Team von Ochsen zurückzugreifen war,³ es musste daher eine gangbare Lösung gefunden werden, mit der die Zugkraft entsprechend simuliert werden konnte. Dass hier nur eine mechanische Lösung in Frage kommen konnte, legte ein früherer Versuch⁴ nahe, bei dem mangels eines Ochsenpaares die Zugkraft eines Traktors genutzt wurde; dies erwies sich jedoch nicht als befriedigende Lösung, da die Furchen nicht dicht nebeneinander gezogen werden konnten. Als am besten geeignet erschien uns das simple, aber wirksame Prinzip des Flaschenzugs, das den Vorteil mit sich bringt, relativ einfach auf- und abbaubar und somit variabel einsetzbar zu sein.

Dem Althistoriker liefert die römische Technik ein einfaches wie geniales Vorbild für die Flaschenzugkonstruktion - warum auch nicht auf ein altbewährtes Mittel zur Bewegung großer Lasten zurückgreifen? Der von dem römischen Architekten Vitruv beschriebene und auf Bildwerken dargestellte Kran mit Dreierrollenzug, der sogenannte *trispastos*, besteht lediglich aus zwei in einem umgekehrten V im Boden verankerten Pfosten, zwischen denen das Hebeseil über drei Rollen läuft (Abb. 20a).⁵ Dadurch wird die benötigte Kraft auf ein Drittel reduziert.⁶

³ Bei einem Pflugversuch mit einem Modell des Württembergischen Landesmuseums Stuttgart spannte man zwei Ochsen unter das Joch; da diese im Zeitalter der industriellen Landwirtschaft freilich keinerlei Erfahrung und Übung mit dem Ziehen eines Pfluges hatten, lief der Pflugversuch anfangs offenbar recht chaotisch ab: Die Dokumentation legt nahe, dass mit den widerspenstigen Ochsen keine gerade Bahn gefahren werden konnte, vgl. KUHLEN 1994, 88f.; HANSEN 1969, 73f. berichtet vom vorherigen Training eines eigens angeschafften Ochsenpaares, das über einen längeren Zeitraum in unregelmäßigen Perioden von bis zu 45 Tagen mit einem täglichen Pensum von 30 bis 60 Minuten stattfand. Doch trotz dieser Vorbereitung war das Gespann nicht in der Lage, parallel zu den bereits gezogenen Furchen zu gehen.

⁴ Vgl. ABERG/BOWEN 1960, 145f.: Nach einem ersten Versuch mit einem Zugpferd, das wegen des ungewohnten Widerstands Probleme hatte, eine gerade Bahn einzuhalten, wurde beim zweiten Versuch ein Traktor eingesetzt.

⁵ Vit. 10,2,1-7; vgl. dazu CECH 2011, 76-78.

⁶ Der *trispastos* besaß neben den drei Rollen noch eine mit Hebelstangen zu drehende Winde, die je nach Radius die aufzuwendende Kraft weiter verkleinerte, vgl. CECH 2011, 76.

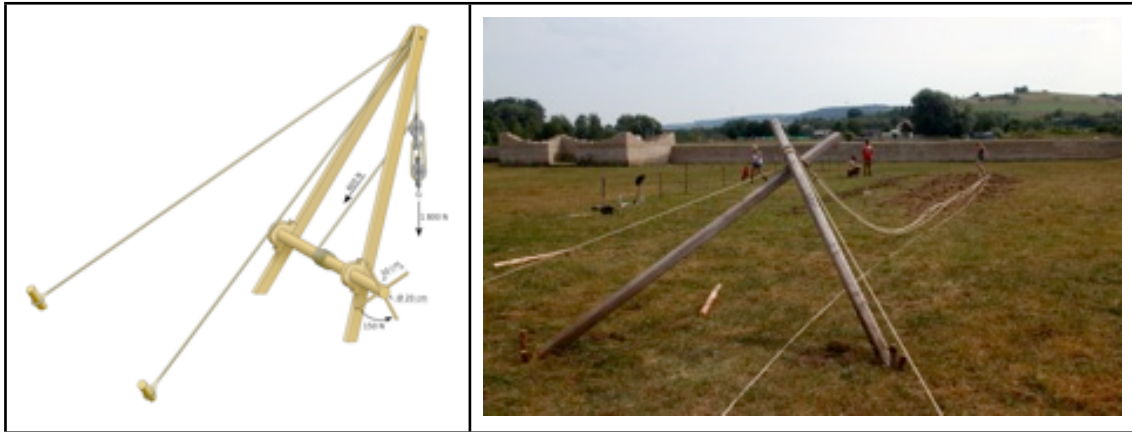


Abb. 20 a und b: Schema des griechisch-römischen *trispastos* - Dreirollenkran beim Experiment

Eine vereinfachte Konstruktion des Dreirollenkrans (Abb. 20b) mit modernen Schiffsböcken diente während des Experiments als Zugvorrichtung und machte es möglich, dass der Pflug mit Muskelkraft, je nach Widerstand, von einer bis drei Personen gezogen werden konnte. Zu Beginn des Feldversuchs waren einige Testläufe notwendig, um den Kran auf die passende Höhe einzustellen; nach diesen Justierungen erwies sich die Zugvorrichtung als äußerst zuverlässig.

Für die täglichen Pflügedurchgänge wurde eingangs eine kleine Fläche von zehn Meter Länge abgesteckt und vermessen; der immer wiederkehrende Versuchsablauf bestand aus dem allmorgendlichen Versuchsaufbau - das an Pflug und Kran befestigte 240 Meter lange Hanfseil musste wegen der nächtlichen Feuchtigkeitsbildung jeden Abend trocken untergebracht werden - , mehreren Pflugdurchgängen am Stück, die jeweils von unmittelbaren Beobachtungen und Messungen unterbrochen wurden, hin und wieder nötigen Reparaturmaßnahmen oder beabsichtigten Modifikationen am Pfluggerät (zum Beispiel Anbringung von Sech und Streichbrettern) und der abschließenden Besprechung der Tagesergebnisse und Zielvorgaben für die nächsten Versuchsdurchgänge.

Der Nachbau des Pfluges: von der Theorie in die Praxis

Heiko Bätzner

„Jung in den Wäldern, mit mächtiger Kraft gebogen, verwächst zum Krummholz die Ulme, empfängt die Form des gerundeten Pfluges.“¹

Diese Stelle aus Vergils *Georgica* spricht davon, dass Pflugbaum und Sohle aus einem Stück bestehen, wie dies auch bei den meisten Funden von Pfluggeräten der Bronze- und Eisenzeit der Fall ist.² Um dies im Experiment nachzuempfinden, wäre allerdings eine jahrzehntelange Vorbereitung nötig gewesen, die im Prinzip beim Pflanzen eines Baumes hätte beginnen müssen, um auf ein geeignetes und natürlich gewachsenes Rohmaterial zurückgreifen zu können. Abweichungen zu Angaben in den Quellen mussten also wie immer auch bei diesem Experiment in Kauf genommen werden. Den Pflug aus einem Stück Holz herzustellen war eben so wenig möglich wie der Nachbau eines bei Plinius³ erwähnten Räderpflugs.⁴

Neben den übrigen Quellen stellt besonders der Fund von Lavagnone⁵, ein bronzezeitliches Ackergerät aus einem Mooregebiet in der heutigen italienischen Provinz Brescia, die Grundlage für das durchgeführte Experiment dar. Dort wurde, in einem sehr guten Zustand, ein Sohlenhaken aus Eiche von etwa 90 cm Länge gefunden, in den am hinteren Ende ein rechteckiges Zapfloch eingelassen war. Aus dem Sohlenstück ragte ein etwa 180 cm langer Ast, der im Winkel von 45° abgewinkelt war und am oberen Ende mit einer Kerbe mit einer Stufe (Hakenblatt) versehen war. Man geht davon aus, dass diese Vorrichtung dazu gedient hat, eine Verlängerung anzufügen, um den Pflug mit einem Gespann ziehen zu können.⁶ Außerdem wurden zwei Sterze mit einer Höhe

¹ Verg. georg. I, 169f. (Übersetzung nach J. und M. Götte).

² Siehe dazu oben S. 36 und 43f.

³ Plin. nat. hist. 48,172: „Vor nicht langer Zeit hat man im rätischen Gallien die Erfindung gemacht, an einer solchen Pflugschar zwei kleine Räder anzubringen; man nennt diese Art *plau moratum*.“ (Übersetzung nach R. König).

⁴ Da es heute nur noch wenige Wagner gibt, die in der Lage wären, die dafür benötigten Räder herzustellen, entschieden wir uns auch wegen des Zeit- und Kostenfaktors für die einfachere Variante des Sohlenhakens. Darüber hinaus gestaltet sich die Quellenlage für den Räderpflug recht undurchsichtig, siehe dazu oben S.33 und 37.

⁵ Vgl. PERINI 1983.

⁶ Vgl. PERINI 1983, 188-190; dafür spricht auch der Fund eines Doppeljoches, der etwa drei Meter von der Fundstelle der Sterze entfernt gemacht wurde.

von etwa 85 cm gefunden, wovon einer noch direkt im Zapfloch der Sohle verankert war, während der andere etwas abseits lag, aber ebenfalls in das Sterzloch in der Sohle gepasst hätte, wie die Restaurierung ergab.⁷

Obwohl der Fund von Lavagnone chronologisch noch weit vor unserer eigentlichen Zeitstellung (Römische Kaiserzeit) einzuordnen ist, nämlich etwa in die Zeit von 2500 bis 2200 v. Chr., dient er dennoch als wertvolle Orientierungshilfe; ganz offenbar wird nämlich auch, dass sich in der agrartechnischen Entwicklung bis zur römischen Eisenzeit nicht viel geändert hat: Die Grundkonstruktion ist die gleiche, wie römerzeitliche Quellen belegen, nur die eisernen Bestandteile kommen als technische Innovation hinzu.

So werden zum Beispiel Pflugscharen als Bestandteile der Pfluggeräte in der Naturkunde des Plinius⁸ beschrieben.⁹ Plinius spricht von vier verschiedenen Typen, wobei es sich bei dem ersten davon wohl um ein Sech handelt. Eisenzeitliche Funde belegen ebenfalls die Verwendung von Scharen;¹⁰ ebenso wurden die bereits angesprochenen Pflugmesser häufig bei Funden entdeckt.¹¹ Um also ein Abbild der in der römischen Landwirtschaft genutzten Pflüge zu schaffen, erschien es zwingend, die Grundsatzsubstanz des Lavagnone-Pfluges um die Bestandteile Schar und Sech zu erweitern. Während der Pflug von Lavagnone in der Hauptsache die Angaben zu den Abmessungen lieferte und dadurch die hier kaum aussagekräftigen Quellen der Römerzeit ergänzte, stehen für die eisernen Bestandteile römischer Pfluggeräte eine ganze Reihe von sehr gut erhaltenen Funden zur Verfügung.¹²

Die einzelnen Komponenten des Hakens wurden bereits im Vorfeld des praktischen

⁷ Vgl. PERINI 1983, 188-190.

⁸ Plin. nat. hist. 18, 171f.: „Von den Pflugscharen gibt es mehrere Arten: „Messer“ (*culter*) heißt diejenige, welche eine sehr dichte Erde, bevor sie aufgerissen wird, aufschneidet und den künftigen Furchen die Spuren durch Einschnitte vorzeichnet, in die sich der zurückgebogene Pflug beim Ackern einfressen soll. Eine zweite Art ist die gewöhnliche, nämlich ein mit einem Schnabel versehener Balken (*rostratus vectis*). Eine dritte Art ist nur auf leichtem Boden gebräuchlich; bei ihr erstreckt sich die Pflugschar nicht über die ganze Länge des Balkens, sondern besteht nur in einer kleinen Spitze am Schnabel (*exigua cuspis in rostro*). Bei einer vierten Art ist diese Spitze breiter und schärfer zu einer Schneide zugespitzt (*cuspis in mucronem fastigata*); sie spaltet mit demselben Schwert den Boden und schneidet mit ihren scharfen Seiten die Wurzeln des Unkrauts durch.“ (Übersetzung nach R. König)

⁹ Vergil und Varro sprechen diese Bestandteile lediglich an, siehe oben S. 36.

¹⁰ Vgl. FRIES 1995, Taf. 8-24.

¹¹ Siehe FRIES 1995, Taf. 25-28.

¹² Siehe dazu oben S. 48-50.

Teils des Experiments angefertigt, da ihre Herstellung vor Ort zu aufwendig gewesen wäre.¹³ Es handelt sich dabei um einen Eichenholzklotz mit den Maßen 95/20/15 cm (L/B/H), aus dem die Sohle gefertigt werden sollte, einen ca. 2 Meter langen Birkenstamm mit einem Durchmesser von ca. 7,5 cm, der als Pflugbaum vorgesehen war, und ein genau so langes und dickes Werkstück aus gedrechselter Esche als Ersatzpflugbaum. Ebenfalls aus Esche gedrechselt wurde ein Sterz mit Handgriff und einer Höhe von 85 cm.¹⁴ Die Metallteile aus Weicheisen, also die Pflugschar, das Sech und ein Eisenstift, um den Pflugbaum mit der Sohle zu verbinden, wurden ebenfalls vorher bei einem Schmied in Auftrag gegeben.¹⁵ Der Eisenstift hat einen Durchmesser von etwa 2 cm und entspricht in der Länge der Breite der Sohle (20 cm); hierfür ist keine Quellengrundlage vorhanden - Überlegungen zur Stabilität der Gesamtkonstruktion ließen es allerdings nötig erscheinen, den Pflugbaum mit Hilfe des Eisenstifts in der Sohle zu verankern.

Vor Ort wurde als erstes damit begonnen die Sohle zu bearbeiten, wozu ein Stemmeisen und ein Ziehmesser verwendet wurden. Ziel der Bearbeitung war zuerst die Abschrägung der vorderen Seite mit dem Ziehmesser. Der Arbeitsaufwand bei diesem Arbeitsschritt war hoch, da es sich bei Eiche um ein sehr hartes Holz handelt und im vordersten Drittel des Klotzes ca. zwei Drittel der Höhe abgenommen werden mussten. Nachdem die Schräge im gewünschten Winkel hergestellt war, wurde mit dem Stemmeisen an der vordersten Spitze eine Nase herausgearbeitet, um die Pflugschar darauf anzubringen (Abb. 21). Diese wurde angesetzt und mit Hilfe eines Hammers aufgeschlagen. Die Schar führt so die Neigung der Sohle weiter; eine weitere Befestigung war nicht weiter nötig, da die Position der Pflugschar durch den Gebrauch begünstigt wird und so stabil ist (Abb. 22).

¹³ Zu den Einzelskizzen siehe Anlage 1.

¹⁴ Die Maße entsprechen denen der einzelnen Teile des Pfluges von Lavagnone. Die Holzarten wurden gemäß ihrer Eigenschaften und Verfügbarkeit ausgewählt und entsprechen den aus Mitteleuropa bekannten, für Ackergeräte genutzten Hölzern; siehe dazu die Tabelle bei TEGTMEIER 1993, 11.

¹⁵ Zu den Repliken siehe oben S. 49-51.



Abb. 21: Bearbeitung des Sohlenblocks mit dem Stemmeisen



Abb. 22: Aufsetzen der Pflugschar auf die Sohle

Der zweite Arbeitsschritt an der Sohle war die Herausarbeitung eines ca. 10 cm tiefen, quadratischen Zapfloches am hinteren Ende der Sohle mit dem Stemmeisen. In diese Aussparung wurde später der Sterz eingesetzt (Abb. 23). Aufgrund der Härte des Materials und einer Kantenlänge von 8 cm war auch hier der Arbeitsaufwand wieder sehr hoch.



Abb. 23: Sohle mit Pflugschar und eingesetztem Sterz

Anschließend musste, etwa in der Mitte der Sohle, eine schräge Vertiefung eingearbeitet werden, damit diese den Pflugbaum im richtigen Winkel aufnehmen konnte. Die unten abgeschrägte *buris* sollte passgenau eingefügt werden, um möglichst wenig Bewegungsfreiheit und viel Stabilität zu haben (Abb. 24). Dies war auch nötig, um die Auswirkungen der Zugkräfte zu minimieren. Eine zusätzliche Schwierigkeit bestand auch darin, dass ein Loch für den Eisenstift sowohl in den Pflugbaum als auch in die Sohle gebohrt werden musste (Abb. 25). Dafür war eine gewisse Tiefe nötig, um jeweils an Stellen bohren zu können, die ausreichend tief im Material lagen. So sollte verhindert werden, dass bei der zu erwartenden hohen Belastung zusätzliche Schwachstellen durch zu dünnes Material entstehen. Da Erfahrungswerte fehlten, konnte die passende Tiefe und Neigung nur durch ständiges Einsetzen und Ausprobieren herausgefunden werden, was die Arbeit sehr langwierig machte. Die Löcher in Sohle und Pflugbaum wurden dann mit Hilfe eines Bohrers und einer Bohrmaschine gebohrt.



Abb. 24: Einpassen des Pflugbaums in die Sohle



Abb. 25: Bohrung für den Eisenstift zur Befestigung des Pflugbaums

Der Pflugbaum wurde mit Hilfe einer Säge am unteren Ende abgeschrägt, was dazu führte, dass er dort nur noch den halben Durchmesser hatte. Dies war nötig, um die bereits oben erwähnte Tiefe zu erreichen, ohne das Loch in der Sohle allzu tief machen zu müssen. Zusätzlich dazu musste noch etwa in der Mitte des Baumes ein Loch für das Pflugmesser herausgestemmt werden. Dies konnte jedoch erst in Angriff genommen werden, nachdem der Pflugbaum in die Sohle eingepasst worden war, um die geeignete Stelle dafür zu finden. Das rechteckige Loch wurde ebenfalls mit einem Stemmeisen

herausgeschlagen, das Sech eingepasst und zusätzlich mit zwei Holzdübeln, einer unterhalb und einer oberhalb des Pflugbaums, fixiert und anschließend mit einem Lederband umwickelt (Abb. 26).



Abb. 26: Präsentation des vorläufigen Ergebnisses

Das Abschrägen, das Bohren des Loches und das Herausarbeiten des Sechloches mussten am ersten Pflugbaum noch einmal wiederholt werden, da dieser beim ersten Pflugversuch sofort brach (Abb. 27). Da beim Bruch ein längerer Riss entstand, musste er um etwa 30 cm gekürzt werden. Nach einem zweiten Bruch des gekürzten Pflugbaums, der ebenfalls einen langen Riss hinterließ, wäre dieser nach erneutem Absägen zu kurz gewesen. Die Höhe des oberen Endes wäre mit nunmehr etwa 65 Zentimetern anstatt der angepeilten 80 bis 100 Zentimeter für die zum Ziehen verwendete Krankonstruktion mit Flaschenzugelementen zu niedrig gewesen. Der Winkel hätte nicht mehr gestimmt, wodurch die Zugkräfte nicht richtig auf den Pflug gewirkt hätten und die folgenden Messergebnisse somit unbrauchbar gewesen wären. Ebenso ausschlaggebend für den Umstieg auf den Ersatzpflugbaum war die Annahme, dass die Kräfte nun noch mehr von oben wirken würden, und damit einen Bruch noch wahrscheinlicher gemacht hätten.



Abb. 27: Bruch des Pflugbaums an der empfindlichsten Stelle beim ersten Pflugversuch

Am Ersatzpflugbaum wurden nun die exakt selben Arbeitsschritte durchgeführt wie zuvor an der Birke. Auch wenn die Vorgehensweise hier dieselbe war, machten sich die Materialunterschiede bemerkbar. Anstatt der natürlich gewachsenen Birke handelte es sich nun um gedrechselte Esche. Eschenholz ist um einiges härter als Birkenholz, weshalb die Arbeiten zwar erschwert wurden, jedoch deutlich mehr Stabilität erwartet werden konnte.

Nachdem der Haken zusammengebaut worden war, wurde die Sohle im Bereich des Sterzes, der Schar und des Pflugbaumes abends gewässert und über Nacht stehen gelassen. Durch das Aufquellen des Holzes sollten die einzelnen Komponenten besser zusammenhalten. Desweiteren wurde der Pflugbaum zusätzlich mit Holzkeilen an der Sohle verkeilt, was verhindern sollte, dass in diesem Bereich Bewegung und somit zusätzlich auch noch Reibungskraft entsteht.

Dieses letzte Modell sollte sich für alle folgenden Pflugversuche als tauglich erweisen - weitere Reparaturmaßnahmen wurden nicht mehr nötig.



Abb. 28: Das Modell im Einsatz - ohne und mit Sech

Funktion und Effektivität: Ein Bericht zum Feldversuch

Christian Schillmaier (unter Mitarbeit von Sabrina Bornmann)

Bevor wir mit dem eigentlichen Experiment beginnen konnten, war es nötig, geeignete Fragestellungen zu erarbeiten, die mit Hilfe des Experiments beantwortet werden sollten. Dazu dienten unter anderem die Werke der römischen Agrarschriftsteller als Grundlage, deren Aussagen wir durch unser Experiment auf Ihre Zuverlässigkeit überprüfen wollten.

- 1) Zunächst wird auf den Schollenauswurf eingegangen, d.h. können überhaupt große Erdschollen (*glaebae*) ausgehoben werden? Dass dies in irgendeiner Form erforderlich war, begründet Columella damit, dass diese tiefen Schollen „(...) für alle grünenden Pflanzen sehr wichtig [seien]; denn wenn die Felder tief durchgepflügt sind, gedeihen die jungen Triebe von Saat und Bäumen mit kräftigem Wachstum.“¹ Allerdings weiß Varro darauf hin, dass deshalb mehrere Pflugdurchgänge nötig seien. Beim ersten Pflügen des Bodens „(...) spricht man von „längsspalten“ [*proscindere*], zum zweiten Mal sagt man ‚querbrechen‘ [*offringere*], da durch das erste Pflügen gewöhnlich große Schollen aufgeworfen werden.“² Auch Plinius gibt an, dass „jeder Acker (...) zuerst mit Längs-, dann aber auch mit Querfurchen aufgelockert werden [muss].“³
- 2) Ein weiterer Aspekt, den wir untersuchen wollten, ist die Divergenz hinsichtlich der Gleichmäßigkeit bei unterschiedlicher Pflughaltung, wobei davon auszugehen war, dass der Sohlenhaken erst durch regelmäßige Übung seine tatsächliche Funktion erfüllen kann. Die Ergebnisse, die wir bei unserem Experiment zu erzielen hofften, sind eindeutig bei den Agrarschriftstellern formuliert: Die Furchentiefe von 9 Zoll (entspricht ca. 22,9 cm), die Plinius angibt⁴, sollte erreicht werden und die Quellen, die davon sprechen, dass keine Erde unbearbeitet bleiben darf⁵, sollten bestätigt werden können. Der zuletzt genannte Punkt ist jedoch eine große Herausforderung,

¹ Colum. 2,2,23 (Übersetzung nach K. Ahrens).

² Var. rust. 1,29,2 (Übersetzung nach D. Flach).

³ Plin. nat. hist. 18,178 (Übersetzung nach R. König).

⁴ Plin. nat. hist. 18,178.

⁵ Colum. 2,2,26; Plin. nat. hist. 18,179.

denn es ist außerdem zu beachten, dass der Abstand zwischen den einzelnen Furchen groß genug ist, so dass „die Erdschollen (...) nicht in die Nachbarfurche fallen“, aber auch kaum ein „unberührter Rain [*scamnum*] stehen [bleibt].“⁶ Wie Plinius gibt Columella das Ziel des Pflügens damit an, dass „(...) nirgends ungeackerte und ungewendete Erde stehen bleibt, was die Bauern eine ‚Bank‘ [*scamnum*] nennen.“⁷ Soweit die Theorie - diese wollten wir nach dem Bau des Sohlenhakens auch in die Praxis umsetzen.

Mit diesen Erwartungen gingen wir also in den ersten Pflugdurchgang, ohne den Boden zuvor auf irgendeine Art und Weise zu bearbeitet zu haben; die Abmessung und das Abstecken des zu pflügenden Areals wurde freilich vorgenommen. Damit lagen andere Voraussetzungen vor als etwa bei dem Versuch, der von Hans-Ole Hansen beschrieben wird:⁸ Dort wurde nämlich das Gras vor dem Experiment entfernt. Unser Ergebnis war jedoch ziemlich ernüchternd: Der Haken bohrte sich häufig regelrecht in den Boden, so dass der Widerstand für die Konstruktion und das Ackergerät selbst zu groß wurde, wollte man nicht das Zerbrechen des einen oder anderen riskieren⁹. Diesem Problem war denn auch der Pflugbaum aus Birke nicht gewachsen, so dass er nach wenigen Minuten bereits brach. Auch Hans-Ole Hansen beschreibt, dass bei ‚training experiments‘ 1967 der Pflugbaum – und sogar der Sterz – brach¹⁰.

Von einer durchgehenden, geraden, gleichmäßigen Furche waren wir zu diesem Zeitpunkt noch sehr weit entfernt. Zwei Ergebnisse konnten wir allerdings jetzt schon festhalten: So brachte der Einsatz des Seches bis zu diesem Zeitpunkt nur enttäuschende Ergebnisse. Anstatt dafür zu sorgen, dass der Boden für die Schar aufgeschnitten wurde, grub sich das Sech nur in den Boden. Das Sech sorgte also für zusätzlichen Widerstand und ein Vorwärtskommen mit dem Haken war nur ohne das Sech möglich. Auch eine Veränderung des Anbringungswinkels, durch den das Sech gerade oder schräg in den Boden eindringen konnte, brachte keine Verbesserung. Ein zweites Ergebnis war, dass

⁶ Plin. nat. hist. 18,179 (Übersetzung nach R. König).

⁷ Colum. 2,2,26 (Übersetzung nach K. Ahrens).

⁸ HANSEN 1969, 75.

⁹ Auch HANSEN 1969, 75f. erklärt, dass es problematisch war, die Pflugschar in die Erde zu bekommen, außer wenn der Boden schon aufgelockert war.

¹⁰ Vgl. HANSEN 1969, 67; bei einem anderen Experiment in England, allerdings mit einem Haken des Typs „Donneruplund“ (etwa Mitte des 1. Jahrtausends v. Chr., Dänemark) brach sogar die Schar, vgl. ABERG/BOWEN 1960, 146.

der Boden für unser Experiment nur bedingt geeignet war. Die Folge einer vorangehenden mehrwöchigen Trocken- und Hitzeperiode und der mangelnden Bodenbearbeitung war nämlich ein sehr trockener und harter Boden. Außerdem war er voller Steine, welche ein zu großes Hindernis für unseren Sohlenhaken darstellten. Wegen dieser Probleme beschränkten wir uns im Gegensatz zu Hansen darauf, nur parallele Furchen zu pflügen¹¹.

Aber auch bei unserem zweiten Versuch brach der Pflugbaum, obwohl wir den Boden kurz vorgehackt und leicht bewässert hatten (beide Tätigkeiten hatten das Ziel, den Boden etwas aufzulockern). Außerdem war der Pflugbaum aus leichtem Birkenholz schlichtweg zu instabil für die Kräfte, die auf den Haken einwirkten. Aber wenn sich anfangs auch Schwierigkeiten stellten, ließen wir uns nicht beirren, da auch Hansen am Anfang des Experiments feststellen musste: „no tolerable ploughing could be obtained.“¹²

Nach diesen Rückschlägen wurde dann ein neuer Pflugbaum aus Esche ausprobiert. Mit diesem gelang es nach und nach brauchbare Ergebnisse zu erzielen. Betrachtet werden sollen zunächst die Furchentiefe und die Regelmäßigkeit der Versuche.

Zunächst drang die Pflugschar nicht entsprechend in den Boden ein, sondern glitt eher über die Erde hinweg¹³. Als letztendlich durch geänderte Handhabung – zunächst wurde kaum Druck auf das Ende der Sohle gegeben, sondern erst, wenn die Schar sich in den Boden eingrub¹⁴ – die Schar in den Boden eindrang, grub sich diese sogleich zu tief in die Erde, wodurch wiederholt der Widerstand zu groß wurde und der Durchgang vorzeitig abgebrochen werden musste.

Da das System also ziemlich anfällig zu sein schien, versuchten wir es erst einmal ohne Flaschenzug und zogen den Pflug am Seil per Hand¹⁵. So gelang es letzten Endes, eine

¹¹ Hansen 1969, 74 schildert, dass in dem von ihm beschriebenen Experiment sowohl parallel, als auch im rechten Winkel dazu (also wie kleine Rechtecke) und in einem dritten Fall diagonal gepflügt werden sollte; TEGTMEIER 1993, 109f. beschreibt sogar noch mehr Arten des Parallel- und Kreuzpflügens.

¹² HANSEN 1969, 79.

¹³ Das gleiche Problem beschreibt HANSEN 1969, 79.

¹⁴ TEGTMEIER 1993, 118 gibt als eine der Voraussetzungen für das erste Pflügen an, dass viel Druck auf den Sterz ausgeübt werden muss, um den Pflug im Boden zu halten und man dann aufgrund des Widerstandes ein starkes Zuggespann benötigt.

¹⁵ Hierin ist ein großer Unterschied zu dem Versuch, der von HANSEN beschrieben wird. Während wir einen Flaschenzug/menschliche Kraft verwendeten, wurde dort ein trainiertes Paar Ochsen gebraucht, vgl. HANSEN 1969, 73.

schräge, ca. 3 cm tiefe Furche zu ziehen (Abb. 29). Somit lagen wir allerdings noch fast 20 cm unter der von Plinius behaupteten Furchentiefe! Da der Boden nur wenig geeignet war und wir zuvor keine Erfahrung mit Pflügen sammeln konnten, schien es uns nahezu unmöglich, derartige Furchen pflügen zu können. Immerhin konnten wir aber feststellen, dass es durch das Schräg-Halten des Hakens einfacher war, durch die Graswurzeln zu kommen¹⁶. Allerdings war der Boden vor dem Durchgang bereits etwas aufgelockert worden (Abb. 30). Ein Pflügen durch unbearbeiteten Boden war über den gesamten Zeitraum des Experiments nicht möglich¹⁷.

Im nächsten Durchgang wurde sowohl schräg als auch gerade gepflügt. Dies hatte zur Folge, dass die Furchentiefen zwischen ca. 2,5 cm (gerade) und 7,0 cm (schräg) variierten. Anschließend wurde die gleiche Furche nochmals gepflügt. Die Furche war nun gleichmäßiger mit einer maximalen Furchentiefe von ca. 8 cm.



Abb. 29: Der erste Versuch - eine Saatfurche lässt sich zumindest erahnen.

¹⁶ TEGTMEIER 1993, 108 schließt auch aus der „(...) meist rechtsseitigen Abnutzung (...)“, dass mit einem Ard oft schräg gepflügt wurde.

¹⁷ Auch HANSEN 1969, 78 erkennt bei dem Experiment im Jahr 1962: „(...) it was not possible to plough up old fallow ground“, auch wenn bei späteren Versuchen in den Jahren 1966 und 1968 kleinere Erfolge erzielt werden konnten.



Abb. 30: Auflockerung des harten und trockenen Bodens vor den weiteren Pflugdurchgängen



Abb. 31: Stetiges Messen der Furchentiefe - zu Beginn belief sich die tatsächliche Furchentiefe auf ernüchternde 3 cm.

Als Zwischenfazit konnten wir nach diesen ersten Versuchen Folgendes festhalten:

- 1) Schräges Pflügen erzeugte tiefere Furchen und ermöglichte es, durch Wurzeln zu pflügen.
- 2) Erst nach mehrmaligem Pflügen in derselben Furche gelang es uns, eine einigermaßen gleichmäßige Furche zu pflügen. Es gelang uns allerdings noch nicht, eine gerade Furche zu pflügen.
- 3) Im letzten Durchgang gelang uns eine gleichmäßige Furche mit ca. 8 cm Furchentiefe, aber nur, weil in einer bereits vorhandenen Furche gepflügt wurde. Dennoch war aber erst ca. ein Drittel der von Plinius geschilderten 9 Zoll erreicht.

Wollten wir aber eine größere Furchentiefe erreichen, erforderte dies mehr Zugkraft – also kam die Flaschenzugkonstruktion wieder zum Einsatz. Durch den vorgehackten Boden glitt der Haken schon ziemlich gut, allerdings gab es Probleme bei Gras oder Steinen, so dass er über diese Stellen gehoben werden musste. Aber auch die Erde, die sich immer wieder unter der Schar verding, bereitete Probleme, da die Schar dadurch blockierte und jedes Mal aufs Neue freigeschaufelt werden musste (Abb. 32).¹⁸



Abb. 32: Erzwungener Stillstand - die aufgeworfene Erde und die Graswurzeln verdingen sich immer wieder an Schar und Sohle.

¹⁸ HANSEN 1969, 75 schildert: „[g]rassy roots wedged themselves between the share and ard head“.

Als Furchentiefen erreichten wir zwischen 7,0 cm (gerades Pflügen) und 7,8 cm (schräges Pflügen). Auch die nächsten Durchgänge verliefen in dieser Größenordnung. Bei der Handhabung war nun zu beachten, das Gewicht weit nach hinten zu verlagern, um die Sohle gerade zu halten (Abb. 39). Das Lenken gestaltete sich als schwierig, was zur Folge hatte, dass wir oftmals wieder in eine vorherige Furche rutschten. In solchen Fällen wurden Furchentiefen von bis zu 10,5 cm gemessen.

Für den nächsten Durchgang setzten wir uns ein anderes Ziel. Die durch das vorherige Pflügen entstandenen unbearbeiteten Raine (*scamna*) sollten beseitigt werden, wobei wir erwarteten, dass die Erde wieder zurück in die Furchen fiel. Der Pflug zog in der Ausführung zwar zur Seite und die Erde fiel zurück, jedoch bedeckte sie die Furche nicht komplett. Zu diesem Zweck mussten also unweigerlich die Streichbretter ihren Einsatz finden. Zudem bereiteten das abgehackte Gras, die schweren Erdschollen und Graswurzeln weiterhin Schwierigkeiten, sodass keine ganze Furche ohne Unterbrechung gefahren werden konnte.

Der Boden wurde für die nächsten Versuche wieder zugeschaufelt, so dass wir neue Furchen ziehen konnten. In der ersten Furche gab es kaum Probleme. Deshalb gelang es uns, eine nahezu gerade Furche zu ziehen. In einer zweiten Furche gab es größere Probleme, da der Boden nicht so gut bearbeitet war wie bei der ersten Furche. Trotzdem geriet die zweite Furche relativ parallel zur ersten Furche. Die Furchentiefe betrug in beiden Durchgängen fast 8,5 cm.

Spätestens zu diesem Zeitpunkt zweifelten wir daran, ob die 23 cm von Plinius eine realistische Angabe waren oder doch eher als unglaublich betrachtet werden mussten. Dafür konnten wir festhalten, dass wir bereits nach diesen wenigen Versuchen zwei nahezu parallele Furchen ziehen konnten (Abb. 33). Mit der Erfahrung eines römischen Bauern, der diesen Vorgang mehrmals im Jahr wiederholen musste, sollte es also kein großes Problem darstellen, durchgehend parallele Furchen zu pflügen.

Beim nächsten Versuch – dieses Mal wieder mit Sech – gelang es uns, sehr gerade zu pflügen. Verlagerte man das ganze Gewicht nach hinten, konnte dieses Mal das Verkeilen des Pflugmessers im Boden verhindert werden und das Sech begünstigte sogar die Entstehung einer geraden Furche (Abb. 35). Die Furchentiefe stagnierte aber bei max. 9 cm. Durch die Streichbretter, die für den nächsten Versuch angebracht wurden, war es uns möglich, regelmäßig gerade Furchen zu erzeugen. Ein Vorteil der Streichbretter scheint also die bessere Stabilität zu sein – der Haken war einfacher zu lenken und pflügte noch geradere Furchen als nur mit Hilfe des Sechs. Die weitere

Funktion der Streichbretter erklärte sich dadurch, dass der Auswurf schräger erfolgte und die Erde nicht wieder in die Furche zurückfiel (Abb. 36).



Abb. 33: Paralleles Pflügen - zwei annähernd parallele, wenn auch noch sehr flache Furchen sind erkennbar.



Abb. 34: Zu großer Widerstand - wegen der harten Erdschollen blieb das Sech hängen.

Die Furchen sahen – eigentlich das erste Mal in unserem Experiment – wie richtige Saatfurchen aus. Jedoch blieb das Sech bei dem steinigen Boden zu oft stecken, als dass es von Nutzen gewesen wäre, und wurde daher wieder abmontiert, wobei sich auch zeigte, dass der letzte Widerstand das Sech so verbogen hatte, dass es eigentlich nicht

mehr einsatzfähig war (Abb. 34). Der Haken funktionierte jetzt allerdings auch ohne das Sech ziemlich gut und kam relativ flüssig, also mit nur wenigen Unterbrechungen, durch den Boden. Mit schrägem Pflügen konnten wir mit 10,1 cm das erste Mal eine zweistellige Furchentiefe erzielen. Bei geradem Pflügen pendelten wir uns zwischen 7 cm und 8 cm ein.



Abb. 35: Pflügen mit dem Sech - nur in wenigen Fällen wie hier erfüllte das Sech tatsächlich seine Funktion.

Um noch tiefere Furchen zu erzielen, versuchten wir es mit mehr Gewicht am Sterz- ein schwererer Pflüger¹⁹ war also notwendig. Zwar variierten die Furchentiefen innerhalb einer Furche, doch mit Tiefen zwischen 16,5 cm und 20 cm übertraf dieser Durchgang alle bisherigen Ergebnisse bei Weitem!²⁰ Mit diesen Tiefen wird aber auch die Handhabung des Hakens schwerer, besonders das Lenken und Geradeaus-Steuern (Abb. 39). Die Furchen waren jetzt allerdings regelmäßig zwischen 17 cm und 19 cm tief. Nachdem die Flaschenzugkonstruktion von 1,60 m auf 1,90 m erhöht wurde, erreichten

¹⁹ Im Mittel brachten die „Pflüger“, also die Studierenden, 60 kg auf die Waage; da dies offenbar zu wenig Masse war, um genug Kraft auf die hintere Sohle auszuüben, übernahmen die kräftigeren Mitglieder der Gruppe die Pflugarbeit.

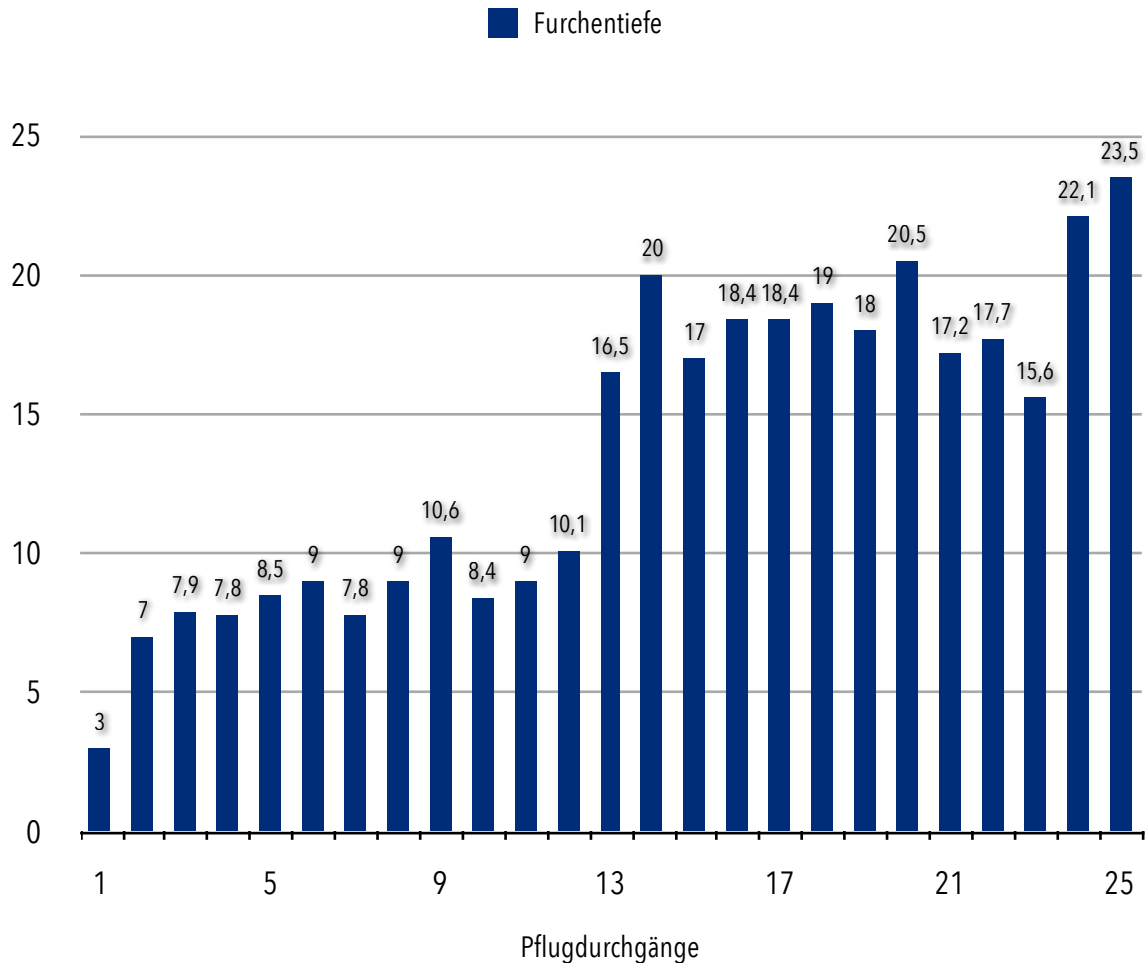
²⁰ Jetzt kamen wir auch in die Größenordnung, die HANSEN 1969, 76 angibt.

wir durchgehend Furchentiefen zwischen 14 und 18 cm, in einem tieferen Abschnitt, in dem sich die Schar geradezu in den Boden bohrte, sogar 20,5 cm. Der Flaschenzug wurde dann noch einmal auf 2,35 m erhöht; nun konnte eine Furchentiefe von 22,1 cm erzielt werden. Zum Abschluss – von einer interessierten Schulklasse beim Ziehen tatkräftig unterstützt – schafften wir sogar unseren Rekord: 23,5 cm und somit tiefer als von Plinius angegeben!



Abb. 36: Pflügen mit Streichbrettern - dadurch fiel weniger Erde in die Furche zurück.

Führt man sich die erzielten Resultate in einer Grafik vor Augen, lässt sich eine deutliche Entwicklung der Furchentiefe feststellen; in dieser Grafik sind die Höchstwerte der einzelnen Durchgänge beim Schräg-Pflügen gezeigt, da diese Technik uns als am besten geeignet schien:



Am Ende konnte sogar die von uns angezweifelte, aber von Plinius geschilderte Tiefe von 23 cm erreicht werden. Somit sind wir auch in dem Bereich, in dem die meisten Furchentiefen aus der Bronzezeit angegeben werden (laut Tegtmeier: 31 Nennungen mit Furchentiefen zwischen 10 cm und 25 cm)²¹. Auffallend ist außerdem, dass bei gleichbleibenden Voraussetzungen auch ähnliche Ergebnisse erzielt wurden. Größeres Gewicht auf der Sohle führte zum größten Fortschritt, da wir so das erste Mal an der 20 cm-Marke kratzten. Doch auch mit wachsender Erfahrung gelang es uns, gerade Furchen zu pflügen (Abb. 37 und 38).

Als problematisch bei der Steuerung des Hakens erwies sich, dass er immer dazu tendierte, in eine bereits vorher gepflügte Furche abzugleiten. Somit können wir auch über den möglichen Furchenabstand wenig sagen. Hans-Ole Hansen verweist in seinem Bericht auf ein Experiment in England aus den Jahren 1956-57; dieses wurde mit einem

²¹ Vgl. TEGTMEIER 1993, 121.

nachgebauten ‚Donneruplund Ard‘ durchgeführt und man konnte ebenfalls festhalten, dass es Probleme gab, nahe, parallele Furchen zu pflügen, so dass ein ‚cross-ploughing‘ als mögliche Lösung erscheint²². Denn eine nahezu vollständige Bearbeitung des Bodens war so nicht möglich und der Furchenabstand dementsprechend groß. Der Furchenaushub wurde immer auf die Seite geschoben, so dass ziemlich wenig Erde zurück in die Spur fiel. Hier wurde auch die Funktion der Streichbretter deutlich.

Schlussendlich ist es gut vorstellbar, dass ein Sohlenhaken dieser Bauweise bei adäquaten Bodenverhältnissen und ausreichender Erfahrung in der Handhabung seinen Zweck zufriedenstellend erfüllte. Abschließend bleibt außerdem festzuhalten, dass es schwierig ist, unsere Ergebnisse bezüglich Furchentiefe mit anderen Experimenten zu vergleichen. Viel hängt von der Beschaffenheit des Bodens ab. Um wirklich vergleichbare Ergebnisse zu erzielen, müssten noch mehr Pflugdurchgänge unter verschiedenartigen Bodenbedingungen durchgeführt werden.



Abb. 37: Übung macht den Meister - die Furchentiefe nahm mit jedem Versuch zu.

²² Vgl. Hansen 1969, 67; siehe genau Aberg/Bowen 1960, 146f.



Abb. 38: Spitzenwerte am Schluss - deutlich ist der Unterschied zwischen den tiefen und halbwegs geraden Saatfurchen und dem anfänglichen Versuch auf der rechten Seite zu sehen.



Abb. 39: Akrobatische Übungen - die Handhabung des Pfluges forderte vom Pflüger viel Balance und Geschick, da das Gewicht möglichst am hinteren Ende der Sohle wirken musste.

Ergänzungen und Bewertung der Ergebnisse

Abschließend seien noch einige Ergänzungen zum Feldversuch angefügt. Der Hauptgegenstand der Untersuchungen waren die Beobachtungen zu Furchentiefe, Furchenabstand und zur Gleichmäßigkeit und Parallelität der Furchen. Im Rahmen dieser Aspekte kommt auch dem Einsatz und der Wirkungsweise der Streichbretter eine wichtige Bedeutung zu, die an dieser Stelle genauer diskutiert werden soll. Der Vollständigkeit halber werden hier außerdem noch einige Ergänzungen zu den Abnutzungserscheinungen der einzelnen Bestandteile des Sohlenhakens gemacht.

Funktion und Funktionalität der Streichbretter

Anknüpfend an die kritische Untersuchung der Quellen¹ fertigten die Studierenden während der ersten Phase des Aufenthalts in Reinheim zwei verschiedene Paare von Streichbrettern an. Das erste Modell besteht aus zwei einfachen flachen Stücken aus Esche, die, vorn spitz zulaufend, sich nach hinten leicht verbreitern (Abb. 40a). Dieses Modell stellt eine extreme Vereinfachung der an den römischen Miniaturpflügen sichtbaren Streichbretter dar und sollte zunächst in einer reinen Testphase simulieren, inwieweit eine seitliche Verbreiterung an der Sohle einen Effekt auf das Pflügen hat. Das zweite Modell der Streichbretter wurde entsprechend der Vorbilder gefertigt und weist eine geschwungene Form auf (Abb. 40b); mit diesem Modell wurden diejenigen Versuche durchgeführt, die eine valide Aussage zur Wirkung der Streichbretter liefern sollten.



Abb. 40a und b: Die an der Sohle befestigten Modelle von Streichbrettern

¹ Siehe dazu oben S. 51f.

Beide Modelle wurden mit Nägeln an der Sohle befestigt, so dass sie problemlos abmontiert und ausgetauscht werden konnten.

Die Streichbretter kamen freilich erst verspätet, nämlich in der zwölften Versuchsreihe, zum Einsatz; schließlich mussten erst einige Pflugdurchgänge ohne Streichbretter durchgeführt werden, um überhaupt einen Unterschied und damit den tatsächlichen Effekt der Streichbretter feststellen zu können. Dieser ließ sich jedoch schon nach wenigen Durchgängen mit beiden Modellen eindeutig beobachten, wobei erwartungsgemäß die geschwungenen Streichbretter eine größere Wirkung erzielten (siehe Abb. 36-38): Zunächst ließ sich der Haken im Ganzen viel leichter lenken - die Furchen konnten mit weniger Kraftaufwand gerade gezogen werden. Der Aushub wurde zu beiden Seiten der Furche schräg abgelenkt und leicht angehäufelt und fiel nicht wieder in die Furche zurück. Dadurch entstand tatsächlich eine Art Graben, in dem die Furche verlief, so wie es bei den Agrarschriftstellern geschildert wird.² Da der Aushub schräg von der Furche abgelenkt wurde, ist es durchaus vorstellbar, dass sehr eng nebeneinander liegende Furchen von der ausgehobenen Erde bedeckt werden; allerdings war es uns über den gesamten Versuch hinweg nicht möglich, so enge Furchen zu ziehen, da man dabei jedes Mal mit der Sohle in die bereits gezogene Furche hinein rutschte.

Abnutzungserscheinungen

Zu diesem Problembereich sind keine sicheren Aussagen zu treffen, da nicht gesagt werden kann, inwiefern der Versuchszeitraum, also die Dauer, für die das Modell tatsächlich eingesetzt wurde, realistischen Bedingungen, also etwa der Bearbeitung eines Ackers vor der Aussaat des Wintergetreides, überhaupt nahekommt; sicherlich musste ein Pfluggerät auch bei einem kleinen Acker sehr viel länger in Aktion gewesen sein, als dies unser kurzer Versuch abbilden kann.

Die Holzkonstruktion des Sohlenhakens wies keinerlei sichtbare Verschleißerscheinungen auf; die anfänglichen Reparaturmaßnahmen, die am Pflugbaum vorgenommen werden mussten,³ sind freilich der Konstruktion geschuldet und stellen keine Folge des Gebrauchs dar. Tatsächlich wirkte sich der fortdauernde Einsatz des Ackergerätes eher dahin aus, dass die zusammengesetzten Einzelteile (Sohle, Sterz und Pflugbaum) sich ineinander verfestigten und so der Haken eine recht hohe Stabilität erlangte; bei der De-

² Siehe dazu oben S. 51.

³ Siehe dazu oben S. 63 und 68f.

montage für den Abtransport nach der Beendigung des Feldversuchs waren die Einzelteile nur mit großer Kraftanstrengung voneinander zu lösen. Bei den Metallteilen dagegen waren bereits nach vier Versuchstagen erste Verschleißerscheinungen deutlich sichtbar: So zeigten sowohl Pflugschar als auch Sech an den Ober-, besonders aber an den Schnittflächen leichte, durch die Reibung entstandene Abschleifungen (Abb. 41 und 42). Der relativ kurze Benutzungszeitraum lässt zwar keine eindeutigen Aussagen zu, dennoch ist es durchaus denkbar, dass die Pflugschar bei der jährlichen Feldbearbeitung einem relativ hohen Verschleiß unterlag und ein Bestandteil war, der in regelmäßigen Abständen ausgewechselt oder zumindest ausgebessert werden musste. So weist ja auch das Original, das unserer Replik zugrunde lag, eine einseitige schräge Abnutzung an der Schnittkante auf.⁴ Eine ähnliche Vermutung lässt sich für das Sech äußern: Dieses war bereits nach wenigen Pflugdurchgängen unbrauchbar, da es durch einen zu großen Widerstand verbogen wurde. Dies muss nicht unbedingt ein Resultat eines fehlerhaften Versuchsaufbaus sein, sondern kann durchaus die Probleme römischer Pflügetechnik widerspiegeln; zwar gibt es keine Funde von verbogenen Sechen,⁵ was aber wohl schlichtweg daran liegt, dass man diese ‚repariert‘ oder wieder eingeschmolzen hat.



Abb. 41: Die Pflugschar vor und während des Versuchs - eine Abnutzung ist an der ‚polierten‘ Oberfläche und der Schnittkante erkennbar.

⁴ Siehe oben S. 50.

⁵ Zumindest nicht nach dem Katalog von FRIES 1995, Taf. 25-28; FRIES spricht dieses Problem in ihrer Untersuchung nicht an.



Abb. 42: Die Schneide und Spitze des Sechs ist bereits nach kurzem Gebrauch glatt geschliffen.

Zusammenfassung und Bewertung

Auch wenn das Experiment unter schwierigen Bedingungen stattfand und die Möglichkeiten der Durchführung durch einen relativ eng gesteckten finanziellen und zeitlichen Rahmen eingeschränkt waren, sind doch valide Ergebnisse zu den zuvor formulierten Fragen und Erwartungen erzielt worden. Mit wenigen Ausnahmen, die nicht in die Untersuchung einbezogen werden konnten,⁶ wurden die Nachrichten der Agrarschriftsteller zur Funktion der römischen Ackergeräte durch den Versuchsaufbau bestätigt. Besonders die Beobachtungen zur Furchentiefe, die mit einem Sohlenhaken erzielt wird, korrigieren frühere Untersuchungen, die zum Teil eine bedeutend geringere Furchentiefe festgestellt hatten,⁷ und können die Angaben in der Naturkunde des Plinius durchaus verifizieren. Allerdings hängt der Vergleich immer von den Rahmenbedingungen ab: Um tatsächlich vergleichbare Ergebnisse erzielen zu können, müsste etwa eine ganze Reihe von Pflugversuchen unter verschiedenartigen Bodenbedingungen durchgeführt werden. Damit wird deutlich, dass das Experiment - wie wohl fast jedes Freiluftexperiment - gewissen Einschränkungen unterliegt und die Ergebnisse immer relativiert werden müs-

⁶ So war es etwa nicht möglich, die Wirkung des immer wieder empfohlenen Querpflügens zu untersuchen, siehe dazu oben S. 68f.

⁷ So etwa SCHULTZ-KLINKEN 1981, 10 und 17: Bei Versuchen des Deutschen Landwirtschaftsmuseum Hohenheim 1974 wurde eine Furchentiefe von 2,5 cm festgestellt - allerdings wird nicht klar, welche Typen von Haken hier nachgebaut und getestet wurden, SCHULTZ-KLINKEN spricht lediglich von „urgeschichtlichen Haken“; HANSEN 1969, 91 gibt als maximale Furchentiefe 12 cm an; ABERG/BOWEN 1960, 145 hingegen beobachteten bei ihren Versuchsdurchgängen eine durchschnittliche Furchentiefe von 6 Inch (15,2cm), mit Spitzenwerten von 9 Inch (22,8 cm).

sen. Zwar ist die Fragestellung - lassen sich die Angaben der Agrarschriftsteller verifizieren? - beantwortet, absolute Aussagen sind jedoch auch nach dem Abschluss eines Experiments nicht zu treffen. Die spezifische Aussage gilt nur für die gestellte Frage und ist nicht auf einen umfassenden Zusammenhang ausweitbar. Die logische Schlussfolgerung, dass dadurch der Quellenwert der Agrarschriften allgemein höher einzustufen ist, liegt vielleicht nahe, muss aber nicht zwingend zutreffend sein.

Gleiches gilt für die Beobachtungen zur Handhabung des Sohlenhakens: Die Schwierigkeiten, die etwa bei der Steuerung oder der Kraftausübung auf den hinteren Teil der Sohle auftraten, geben Aufschluss über die möglichen Anforderungen beim Gebrauch des Hakens, erlauben aber keine Aussage darüber, ob und wie diese Probleme tatsächlich vorhanden waren. Auch hier lassen sich wieder nur logische Wahrscheinlichkeiten formulieren: „Schlussendlich ist es gut vorstellbar, dass ein Sohlenhaken dieser Bauweise bei adäquaten Bodenverhältnissen und ausreichender Erfahrung in der Handhabung seinen Zweck zufriedenstellend erfüllte.“⁸

Bei aller gebotenen Vorsicht bleibt jedoch festzuhalten, dass gemäß der experimentalarchäologischen Methode wesentliche Fragen zu Thesen für weitere Forschungen entwickelt, vorhandene Thesen ergänzt oder auch korrigiert wurden. Wenn dieses studentische Projekt damit einen Beitrag zur Erforschung römischer Agrartechnik leistet, ist ein Grundsatz der Experimentellen Archäologie erfüllt: Kein Experimentieren um des Experimentierens willen!

⁸ Chr. Schillmaier in diesem Band S. 78.

Ein Experiment zum Bau einer hölzernen römischen Doppelkol- bendruckpumpe

Christian Koepfer

Rahmenbedingungen

Im Jahre 2011 begann auf Initiative von Frau Brigitta Faralisch, Projektleiterin im Europäischen Kulturpark Bliesbruck-Reinheim (EKBR), eine Kooperation mit dem Lehrstuhl für Alte Geschichte der Universität Augsburg, die zum Ziel hatte, den EKBR einerseits durch die Durchführung von archäologischen Experimenten und der Herstellung von Modellen bzw. ‚Rekonstruktionen‘¹ vor Ort, andererseits durch eine besucher-gerechte Vermittlung von Experimenteller Archäologie und einer damit verbundenen Belebung des Parks diesen für Besucher interessanter zu gestalten.² Darüberhinaus sollten die im Park bereits bestehenden Strukturen im Hinblick auf eine für Besucher bessere und attraktivere Kommunikation der historischen Gegebenheiten und Zusammenhänge hin beleuchtet werden, und Vorschläge für eine Verbesserung ausgearbeitet werden, vor allem im Hinblick darauf, die Besucherzahlen des ‚deutschen‘ Teils des Parks zu verbessern. Im gemeinsamen Gespräch wurde beschlossen, als erstes Projekt - wegen der hohen Publikumswirksamkeit - ein 1:1 Modell der sogenannten Orșova-Ballista,³ ein spätrömisches Hochleistungs-Pfeilkatapult, anzufertigen, und mit diesem im Park Experimente vorzunehmen. Es wurde vereinbart, dass die Holzteile dieser Ballista in Augsburg gefertigt würden, die Metallteile sollten auf Wunsch von Frau Faralisch von einem lokalen Schmied, der bereits mit dem EKBR zusammengearbeitet hatte, hergestellt werden. Die Kosten für die dazugehörige Lehrveranstaltung an der Universität Augsburg wurden von der Stiftung EKBR getragen, ebenso übernahm die Stiftung auch die Kosten für die Sachmittel und für die geplante zweiwöchige Exkursion der Studierenden nach Reinheim, in deren Laufe die Endmontage der Ballista und die Experimente damit vorgenommen werden sollten.

Hierzu erstellten die Studierenden einen exakten Bauplan, eine Teileliste und eine Explosionszeichnung (stud. phil. Maximilian Powik) der Ballista. Die Teileliste mit Maßen und Materialangaben sowie die Explosionszeichnung wurden dem Schmied im Mai zugesendet, mit dem Auftrag, diese bis zum Eintreffen der Studierenden im EKBR Anfang August fertiggestellt zu haben, damit dann unmittelbar mit der Endmontage begonnen werden könne. Im Anschluss daran sollten die Studierenden vor Ort unter Anleitung die

¹ Zu den Begriffen ‚Rekonstruktion‘ bzw. ‚Modell‘ siehe oben S. 19-28.

² Zum Spannungsfeld ‚Experimentelle Archäologie‘ und ‚Museumspädagogik‘ vgl. SCHMIDT 2008, 14-28.

³ Siehe BAATZ/GUDEA 1974 und BAATZ 1978.

bronzenen Spannbuchsen fertigen, da diese an die Eisenteile angepasst hätten werden müssen. Es war geplant, innerhalb der ersten Woche das Katapult soweit fertig zu haben, dass es bei der vom 13.08.-15.08. im EKBR stattfindenden ‚Vita Romana‘ gezeigt, und seine Funktionsweise den Besuchern demonstriert werden konnte. Der Schmied beantwortete die Anfrage positiv, und versprach, bis zum genannten Zeitpunkt alles fertig zu haben. Bei einem Telefongespräch vier Wochen vor dem im Park geplanten Termin bestätigte er diese Aussage noch einmal. So brach die Augsburger Truppe (stud. phil. Matthias Bofinger, stud. phil. Florian Dörschel, stud. phil. Melchior Ibing, stud. phil. Maximilian Powik) zusammen mit den fertigen Holzteilen für die Ballista auf, um dann in Reinheim festzustellen, dass der Schmied weder anwesend, noch erreichbar war. Erst mehrere Tage nach der Ankunft der Augsburger war er überhaupt telefonisch zu erreichen - er hatte kurzfristig einen anderen Auftrag angenommen, der ihn nach Bayern geführt hatte - und er teilte mit, dass er erst am Ende der Woche wieder vor Ort sei, und man erst in der kommenden Woche mit den Teilen rechnen dürfte. Nach Ankunft des Schmiedes stellte sich dann heraus, dass er mit der Fertigung der Teile eigentlich noch gar nicht begonnen hatte. Er zeigte sich aber zuversichtlich, diese binnen drei Tagen fertig zu haben, was sich jedoch als utopisch herausstellte.

Sowohl der Bau der Ballista, als auch die Experimente sollten vom Saarländischen Rundfunk begleitet werden, die hierzu einen Fernsehreporter, Herrn Pasquale D'Angiolillo, abgestellt hatten, für den sich die Aktion aber als ähnlich frustrierend gestaltete wie für die Studierenden aus Augsburg und deren Dozenten, die in der ganzen Zeit voranging damit beschäftigt waren, hölzerne Bolzen als Munition für die Ballista herzustellen, und den Besuchern des Parks bereitwillig und ausgiebig über die Römer zu erzählen, wobei sie anhand der Holzteile zumindest rudimentär die Funktion der Ballista erklären konnten. Das geplante Testschießen mit der Ballista wurde immer weiter nach hinten verschoben, und fiel dann schließlich aus, da die zwei Wochen herum, und die Eisenteile bzw. die Teile in der Verantwortung des Schmiedes größtenteils nicht fertig waren. Im Nachhinein war dies auch deswegen besonders ärgerlich, da Herr Jürgen Graßler, ein Schmied aus der Oberpfalz, die Teile gerne hergestellt und das Projekt begleitet hätte. Es wurde mit dem EKBR vereinbart, dass ein Mitarbeiter des Parks, Herr Hans-Jürgen Hillen, dafür Sorge trage, die restlichen Teile für das kommende Jahr fertigzustellen und zu montieren, so dass dann im Rahmen des für das nächste Jahr geplanten Projektes die Experimente stattfinden könnten. Die Augsburger Exkursion war dennoch nicht völlig ‚wertlos‘ gewesen, konnten doch die Studierenden aus Augsburg die

„Vita Romana“ - wie geplant - durch third-person-costumed-interpreting⁴ und durch die Vorführung von Gladiatorenkämpfen sowie historischen Handwerkstechniken bereichern. Wir wurden von Frau Faralisch und den weiteren Angestellten des EKBR, mit denen wir zu tun hatten, ausgesprochen freundlich und nett behandelt. Frau Faralisch besuchte uns täglich in unserem Zeltlager beim Eingangstor der Villa, und kümmerte sich um das Wohl aller Exkursionsteilnehmer.

Das für das Jahr 2012 geplante Projekt sollte direkt in die Strukturen des Parks eingliedert werden können, so wurde nach einer ausführlichen Besprechung im EKBR beschlossen, dass man ein zweiteiliges 1:1 Modell in Form der Rekonstruktion eines Brunnens und einer Wasserhebeeinrichtung in Form einer hölzernen Doppelkolben-druckpumpe erstellt. Hierzu sollten auch interaktive Tafeln entworfen werden, die den Besuchern des EKBR einerseits die Experimente, andererseits die Funktionsweise der Pumpe erklären sollten. Ein solargetriebenes Plexiglasmodell auf der Pumpentafel sollte auf Knopfdruck den Pumpmechanismus anschaulich vermitteln. Es wurde vereinbart, dass Augsburger Studierende unter Anleitung den Brunnen mit historischen Mitteln in historischer Bauweise (ggf. eingeschränkt durch moderne Sicherheitsbestimmungen) an der Stelle eines im EKBR ausgegrabenen Brunnens errichten. Eine andere Gruppe Augsburger Studierender sollte damit betraut werden, eine hölzerne Doppelkolben-druckpumpe nach einem Fund aus Wederath zu bauen, dazu eine Steigleitung mit Ventilen, sowie eine plausible hölzerne Pumpeinrichtung (Schwengelhalterung, Schwengel und Wasseraustritt) zu entwerfen, da es hierzu keinerlei Funde gibt. Die Stiftung EKBR übernahm wieder die Kosten für die Lehrveranstaltungen, die Exkursion und die Materialkosten, bzw. sollte das Baumaterial zur Verfügung stellen. Außerdem sollte der EKBR sich um die Baugenehmigung bemühen, sowie die Grabungsunterlagen zu dem Brunnen beibringen, da die Grabung bisher nicht publiziert war. Leider stellte sich aufgrund einer Erkrankung unserer Ansprechpartnerin eine Kommunikationslücke ein. Im EKBR schien niemand recht über das Projekt informiert, oder sich dafür zuständig zu fühlen. Nach einigem hin-und-her, und nachdem man festgestellt hatte, dass man sich seitens des EKBR auch nicht zeitgerecht um die wohl komplizierte Baugenehmigung, die auch das Wasserwirtschaftsamt und die Umweltbehörde betraf, gekümmert hatte, musste das Projekt in Gänze überdacht werden. Da hierzu bis zu dem veranschlagten

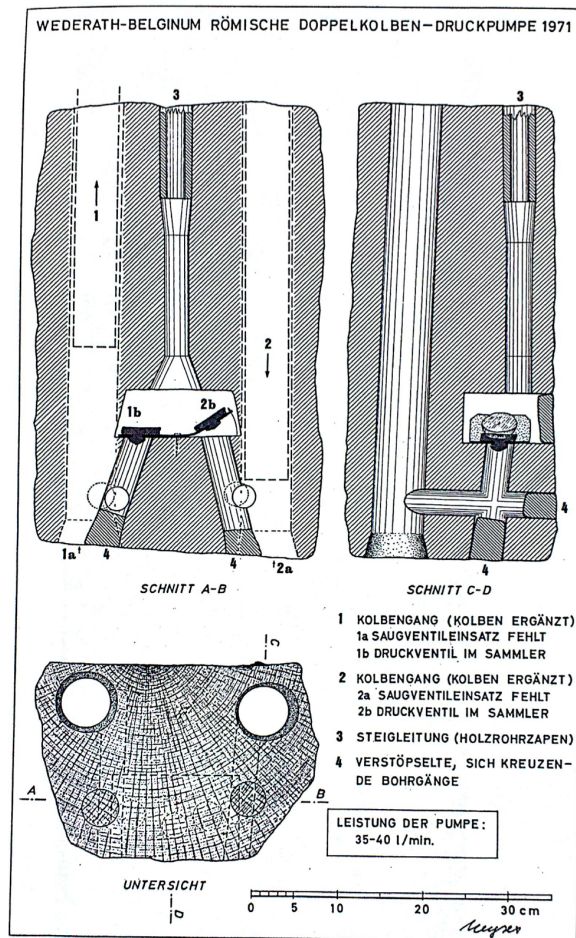
⁴ Vgl. HUGHES 2007; BRIDAL 2004, 19-41, 149-155; STURM 2013.

Termin nicht mehr viel Zeit blieb, gestaltete sich alles als ausgesprochen schwierig. Eine Baugenehmigung schien in weiter Ferne, und, wie sich herausstellte, waren auch die für den Brunnenkasten versprochenen Eichenbalken nicht unmittelbar verfügbar, da das Holz geklaut worden war. Im Rahmen der Umgestaltung des Projektes wurde also neu kalkuliert, und beschlossen, dass man das Projekt um eine Woche verkürzt. Der fertig geplante Brunnenbau (siehe Anlage 2) wurde gestrichen, stattdessen sollte auf Vorschlag von Stefan Munz, dem Geschäftsführer der Stiftung EKBR, ein Experiment zu den Bohrungen am Pumpenkörper durchgeführt werden. Hierzu baute Jürgen Graßler einen neuen Hohlbohrer, der von Hand betrieben werden konnte, und lieferte diesen termingerecht.

Das Bohrexperiment konnte erfolgreich durchgeführt werden, es herrschte eine gute Stimmung bei fast durchgehend hervorragendem Wetter. Die Exkursionsgruppe war diesmal im sogenannten ‚Keltendorf‘ des EKBR gut untergebracht. Bei den körperlich anstrengenden Bohrungen halfen auch verschiedene Studierende des gleichzeitig stattfindenden Pflugprojektes der Universität Passau. Die geplanten Experimente zur Orşova-Ballista konnten nicht durchgeführt werden, da immer noch Teile fehlten.

Fragestellung und Akteure

Die Reste von fast 30 römischen hölzernen Kolbendruckpumpen bilden die Mehrheit der römischen Pumpenfunde und stehen etwa zehn Funden metallener Pumpen gegenüber.⁵ Auch aus den Textquellen sind wir gut über die Funktionsweise der römischen Kolbendruckpumpen unterrichtet.⁶



Als Vorlage für das Experiment zu den Bohrungen diente der Fund einer Pumpe aus Wederath (Abb. 43).⁷ Der sogenannte ‚Pumpenstock‘ ist bei dieser Pumpe ein Eichenholzblock mit den Maßen 54 x 32 x 23 cm. Zu der Frage, wie die großen Kolbenlöcher von - bei diesem Exemplar - 6 cm Durchmesser in die massiven Holzblöcke gebohrt wurden, wurde zwar offenbar experimentiert, allerdings existiert hierzu keine umfassende Publikation.⁸ In der Literatur wird mehrfach auf die große Schwierigkeit hingewiesen, die Löcher in den Pumpenstock zu bohren.⁹

Abb. 43: Zeichnung des Pumpenstocks aus Wederath

⁵ OLESON 2005, 224-229. Für einen umfassenden Überblick zum Thema und weiterführende Literatur siehe: OLESON 2005; STEIN 2007a; STEIN 2007b; BARBARESI 2011, 171-177; FLEURY 2005.

⁶ Vgl. STEIN 2007a.

⁷ NEYES 1972.

⁸ MAUDE 2001, 278 erwähnt ein Experiment mit einem glühenden Rohr oder Bohrer, mit dem ein Holzblock durchbohrt wurde. STEIN 2007a, 47, 49f. nennt dagegen eine Durchbohrung der Pumpstöcke.

⁹ FULFORD 2012, 161f.

Wie oben beschrieben, musste schnell eine Lösung gefunden werden, überhaupt ein Experiment im EKBR stattfinden zu lassen. Da die Materialien für die Pumpe bereits beschafft waren, bot es sich an, eine Herstellungsmöglichkeit für die Bohrungen experimentell zu untersuchen. Ursprünglich war geplant, die Löcher mittels eines Hohlbohrers und einer großen Standbohrmaschine zu fertigen. Der dafür von Jürgen Graßler hergestellte Bohrer wurde von ihm nun so modifiziert, dass er von Hand betrieben werden konnte. Die geschränkte Säge am Bohrer bestand aus einem Stück Stahl, dessen Qualität gebräuchlichem römischem Stahl entspricht, und wurde an ein modernes Stahlrohr angeschweißt. Die Dicke der Säge war durch das moderne Rohr vorgegeben (Abb. 44).



Abb. 44: Der von Jürgen Graßler gefertigte Bohrer

Der Eichenholzblock enthielt, anders als die Originale,¹⁰ auch das Kernholz. Ein Block von dieser Größe ohne Kernholz war nicht aufzutreiben. Die Fragestellung war eine eher einfache, es sollte sich um ein dynamisches Experiment¹¹ „zur Rekonstruktion

¹⁰ STEIN 2007a, 48.

¹¹ RICHTER 2005, 113.

anthropogener Einflussfaktoren bei der Entstehung archäologischer Quellen [...], die den Herstellungsprozess von einzelnen Gegenständen [...] rekonstruieren“¹² handeln:

Ist es möglich, die Bohrungen für die Zylinder römischer hölzerner Doppelkolben-druckpumpen mittels eines Hohlbohrers¹³ in der Art eines Steinbohrapparates zu fertigen, und wie lange könnte es gedauert haben, eine solche Bohrung durchzuführen?

Der Versuchsaufbau sah vor, aus dem im EKBR bereits vorhandenen Holz eine Apparatur zu bauen, die in der Funktion einem Steinbohrapparat¹⁴ entsprach, in dem der Holzblock von oben mittels des über eine Stange bewegten Hohlbohrers vertikal durchbohrt wurde. Der Apparat sollte den Erfordernissen entsprechend modifiziert werden. Zur Messung des Zeitaufwandes wurde beschlossen, immer abwechselnd Teams von zwei Studierenden für zehn Minuten bohren zu lassen, das heißt den Bohrer mit etwa gleichbleibender Geschwindigkeit über einen durch den Bohrer führenden Hebel zu drehen, während jeweils ein anderes Team von zwei Studierenden über einen geführten Hebel von oben Druck auf den Bohrer ausübte.

Die finanziellen Mittel stellte die Stiftung Europäischer Kulturpark durch Genehmigung des Landrats Clemens Lindemann am 21.12.2011 bereit. Ursprünglich waren für das Projekt insgesamt 14.000.-€ bewilligt, durch die Änderungen sind die Kosten aber gesunken. Das Projekt wurde vom Autor am Lehrstuhl für Alte Geschichte der Universität Augsburg betreut. Die Studierendengruppe bestand aus stud. phil. Johannes Bachmann, stud. phil. Florian Dörschel, stud. phil. Alexander Göller, stud. phil. Melchior Ibing, stud. phil. Alexander Koch, stud. phil. Wolfgang Kopietz, stud. phil. Bernhard Lenk, stud. phil. Maximilian Powik, der auch als studentische Hilfskraft das Projekt teilweise begleitete, stud. phil. Andreas Raab, und stud. phil. Alexandra Stöffel. Die Studierenden der Passauer Exkursionsgruppe unter Leitung von Dr. Josephine Blei halfen ebenfalls beim Bohren.¹⁵ Ansprechpartner im Park waren ursprünglich Frau Brigitta Faralisch und Herr Hans-Jürgen Hillen, dann Herr Michael Ecker, Herr Hans-Jürgen Hillen und Herr Stefan Munz.

¹² RICHTER 2005, 101; der Rekonstruktionsbegriff hier unterscheidet sich von dem in diesem Buch verwendeten, und meint in diesem Sinne eigentlich das ‚Nachvollziehen‘.

¹³ Dieser Begriff wird hier an Stelle des technischen Ausdrucks ‚Lochsäge‘ verwendet.

¹⁴ Zum Steinbohrapparat und der damit verbundenen historischen bzw. archäologischen Problematik siehe WALTER 2010, 72-78.

¹⁵ Siehe zu den Teilnehmern der Passauer Exkursionsgruppe oben S. 8.

Durchführung und Ergebnisse

Ein Film zum Experiment kann unter <http://www.youtube.com/watch?v=8P6tDyDeAiw> eingesehen werden.

Zunächst wurden für die Halterung zwei Löcher ausgehoben, in die zwei angespitzte Pfähle versenkt wurden. Dazwischen wurde mittels eines Hanfseiles ein weiterer Pfahl horizontal befestigt (Abb. 45). Der Holzblock für den Pumpenstock wurde in vertikaler Maserungsrichtung mit Holzkeilen am Boden befestigt, dann wurden als Führung für den Bohrer vier Brettchen angenagelt, und eine Führungsrille aus dem Block ausgestemmt. Die Holzbrettchen wurden nach einem ersten Bohrversuch durch ein im Durchmesser des Bohrers durchbohrtes Brett ersetzt, da sie sich als nicht funktional erwiesen (Abb. 46). Dann begann die Bohrung, die zunächst gut voranging (Abb. 47). Die Halterung des Blockes musste bald durch eine stabilere Konstruktion aus zwei Brettern ersetzt werden (Abb. 48).

Die stark wirkenden Kräfte erforderten jedoch bald eine weitere Änderung der Konstruktion. Hierzu wurden vier dicke Holzbohlen aus dem Bestand des ‚Keltendorfs‘ mit Pflöcken am Boden fixiert, um die Pfähle der Haltekonstruktion in Position zu halten (Abb. 49). Der vertikale Pfahl wurde ebenfalls durch eine Bohle ersetzt, so dass die abschließende Konstruktion wie in Abb. 50 aussah. Am Ende der Bohle wurde eine Schlinge angebracht, die es erleichterte, Druck auf den Bohrer auszuüben.



Abb. 45: Bau der Halterung



Abb. 46: Die Bohrerführung

Der maximale gemessene Bohrwiderstand am Ende des ab Mitte des Bohrers 40 cm langen Bohrerhebels betrug 61 kg, das heißt auf jeder Seite des Hebels 30,5 kg (Abb. 51). Im Pumpenstock entstand starke Reibungshitze (leider war hierfür kein Messgerät zur Verfügung), die den Sägestaub völlig, aber auch die Ränder der Bohrung leicht verkohlen ließ. Da das Holz nicht ganz trocken war, entstand im Bohrloch ein Überdruck, der bei der stets schwierigen Entnahme des Bohrers den verkohlten Bohrstaub nach oben austreten ließ (Abb. 52). Der Bohrstaub wurde regelmäßig ausgekratzt. Dabei konnte man gut die Verdunstungsfeuchte an den Rändern des Bohrloches erkennen (Abb. 53). Die Tiefe des Bohrloches wurde durch Markierungen am Bohrer gemessen, nicht durch Messen der Tiefe des Bohrloches, da nicht nach jedem Bohrdurchgang von zehn Minuten der Bohrer entnommen werden sollte. Nach der Entnahme des Bohrers dauerte es meist mehrere Durchgänge, bis die ursprüngliche Bohrtiefe wieder erreicht wurde.

Da der Pumpenstock nach unten hin leicht aufplatzte, musste er um ca. 10 cm gekürzt werden. Regelmäßig wurde geprüft, ob sich der Pumpenstock im Wasser befand.

Bei der zweiten Bohrung wurde der Bohrer zunächst mit einem Kasten geführt, in dem oben und unten Löcher im Durchmesser des Bohrers waren (Abb. 54).

Die erste Bohrung erforderte 640 Minuten Bohren, also 64 Durchgänge. Hierbei wurde eine Tiefe von 42 cm erreicht. Die Bohrung wurde wegen des bereits beschriebenen Platzens des Pumpenstocks eingestellt. Die zweite Bohrung ging bis zu einer Tiefe von 25 cm gut, dann, nach der Bohrerentnahme, nur noch schleppend. Die Bohrung wurde nach 570 Minuten, also nach 57 Durchgängen eingestellt, da kaum noch mehr Tiefe erreicht wurde. Der Bohrer wurde immer bei Entnahme neu geschärft. Bei der ersten Bohrung

wurde insgesamt fünf mal nicht gemessen, bei der zweiten Bohrung wurde für zwei Durchgänge die Drehrichtung geändert, um zu sehen, ob sich die Schränkung der Säge auf den Bohrvorgang auswirkt.



Abb. 47: Bohren mit Halterung 1



Abb. 48: Verbesserte Pumpenstockhalterung



Abb. 49: Verbesserung der Haltekonstruktion



Abb. 50: Haltekonstruktion 2



Abb. 51: Maximaler Hebelwiderstand beim Bohren



Abb. 52: Durch Überdruck ausgetretener verkohlter Bohrstaub



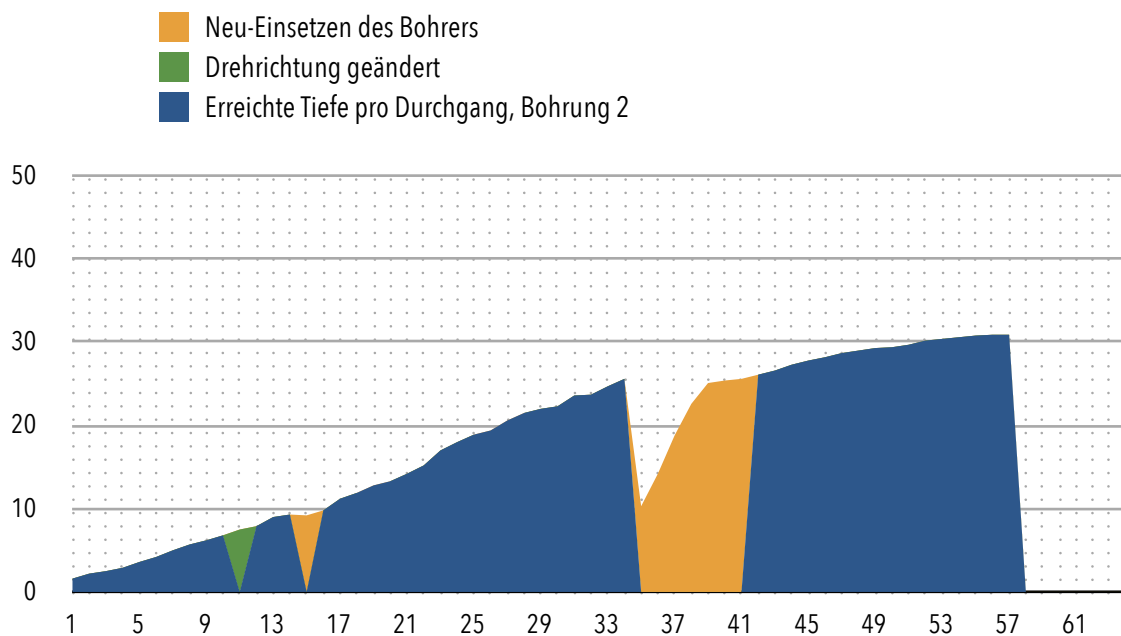
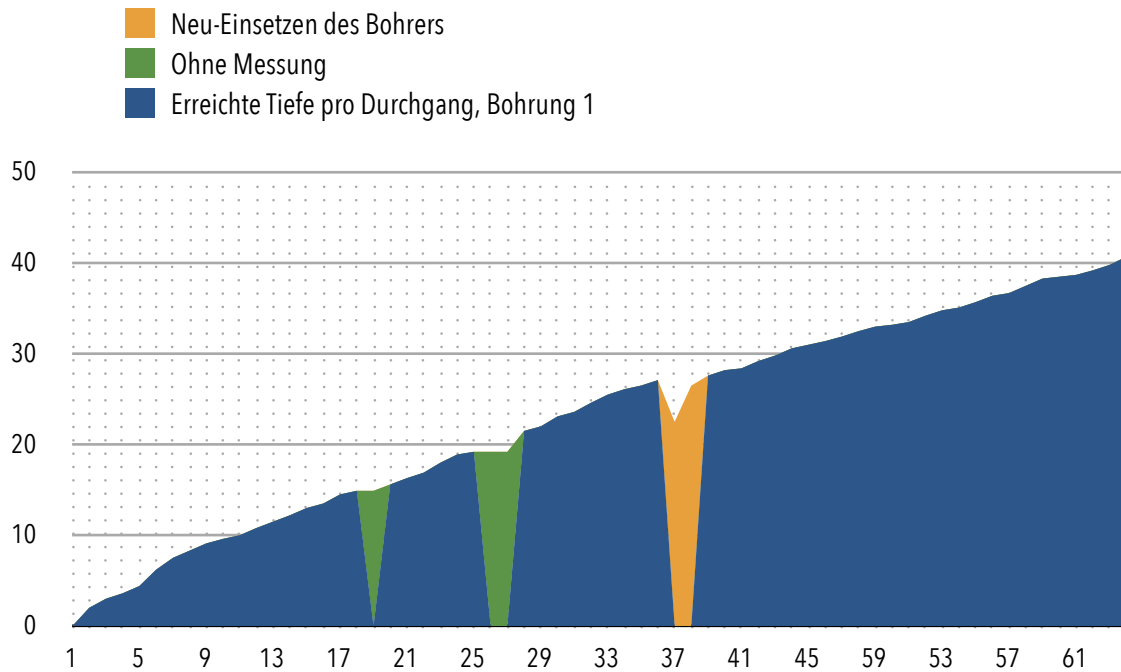
Abb. 53: Am Bohrloch ausgetretene Feuchtigkeit



Abb. 54: Bohrerführung in Kastenform

Die Messergebnisse der Bohrung finden sich in den folgenden Diagrammen.

x= Anzahl der Durchgänge, y= Bohrtiefe in cm.



Auswertung und Ausblick

1) Pumpenstock

Der Pumpenstock war während des Bohrvorgangs entlang der Maserung auf der breiten Seite unten etwa 15 cm weit aufgeplatzt. Der Riss war zwar nur zwischen 0,01 und 0,03 cm breit, es wurde aber gemeinsam beschlossen, den Pumpenstock um etwa 10 cm zu kürzen, da der Riss durch jeden weiteren Bohrdurchgang ein wenig breiter wurde. Die Ursache für den Riss war nicht ganz klar, lag aber vermutlich an einem im Holz eingewachsenen und von außen nicht sichtbaren Ast. Der Bohrkopf hat wohl so starken Druck auf den Ast ausgeübt, dass das Holz entlang der Maserung ein Stück weit einriss. Ein weiteres Problem war, dass das Holz ‚nur‘ ein halbes Jahr abgelagert war.¹⁶ Die Feuchtigkeit im Holz sorgte für einen luftdichten Abschluss des Bohrers mit dem Bohrkanal, je tiefer dieser wurde. Durch die Hitze des Bohrkopfes verdampfte das im Holz enthaltene Wasser, was mit zunehmender Tiefe der Bohrung den Bohrstaub verklebte, so dass er schwerer zu entfernen war. Bei Bohrung 2 sind die Durchgänge #34-#42 das Ergebnis des verklebten Bohrstaubes, der Bohrer brauchte lange, um wieder auf den Boden des Bohrloches zu gelangen. Auch konnte die zweite Bohrung, wie sich bei Begutachtung des später durch Ausstemmen entnommenen Bohrkernes herausstellte, wegen des im Pumpenstock eingeschlossenen ausgesprochen zähen Astes ab Erreichen desselben kaum noch an Tiefe gewinnen, wie die Durchgänge ab #52 zeigen. Trotz der sorgfältigen Auswahl des Holzes für den Pumpenstock war dieses unerwartete ‚Hindernis‘ dennoch lehrreich, da sich mit dem Ast eine Variable einschlich, die eindrucksvoll belegte, wie wichtig die Auswahl des richtigen Holzes ist.

2) ‚Steinbohrer‘

Die erste Konstruktion des ‚Steinbohrers‘ erwies sich für die auf sie wirkenden Kräfte als zu windig. Dennoch zeigte sich, dass die Konstruktion als solche auch in dieser Größe gut funktionierte. Die zweite Ausführung war den Anforderungen voll gewachsen. In Bezug auf M. Fulfords Überlegungen zum Technologietransfer der Pumpen¹⁷

¹⁶ Es stellt sich, die Frage, inwieweit bei den Originalen fälltfrisches Holz zum Einsatz kam. Dies lässt sich aber bisher nicht beantworten.

¹⁷ FULFORD 2012, 162; vgl. auch OLESON 2005, 218-223.

lässt sich festhalten, dass die Pumpen tatsächlich von Wanderhandwerkern hätten hergestellt werden können, da keine festen Installationen zu deren Bau nötig wären.¹⁸ Dennoch ist es auch denkbar, dass die Pumpenstöcke mit einem Antrieb durchbohrt wurden, oder dass ein Zugtier, wie zum Beispiel bei den Esel(?) -mühlen aus der Bäckerei des N. Popidius Priscus in Pompeji,¹⁹ den Bohrer drehte. Hierzu wäre aber eine Einrichtung nötig, die dafür sorgte, dass ein gleichmäßiger Druck auf den Bohrer ausgeübt würde, etwa ähnlich wie bei der Steinsäge von Hierapolis.²⁰ Ebenso wäre es denkbar, dass die Bohrung mit einem Spiral- oder Löffelbohrer ähnlich einem Deichel durchbohrt wurde. Ein Folgeexperiment könnte über Möglichkeiten Aufschluss geben.

3) Bohrer

Beim Bohren zeigte sich neben den beim Pumpenstock beschriebenen Problemen, dass der Bohrer sehr genau geführt werden muss, einerseits um generell Richtungsabweichungen zu vermeiden, andererseits um daraus resultierende Verkeilungen des Hohlbohrers im Bohrloch auszuschließen.

Es zeigte sich, dass die Wanddicke des Bohrers nachteilig war, da dadurch wesentlich mehr Material aus dem Pumpenstock gesägt wurde als nötig. Ein dünneres Rohr wäre wahrscheinlich besser gewesen. Die Art der Säge hätte vermutlich für die langsame Handbohrung einfacher sein dürfen, eine leicht geschränkte einfache Zahnung, wie sie zum Beispiel Blattsägen aufweisen, hätte wohl ausgereicht. Dies zeigte sich auch durch identische Bohrerergebnisse nach der Drehrichtungsänderung bei Bohrung 2 #11- #12.

4) Teams

Die Bohrteams hatten eine sehr heterogene Zusammensetzung. Es zeigte sich aber, dass sich schnell eine ziemlich einheitliche Drehgeschwindigkeit einstellte. Diese konnte durch Änderungen in der Zusammensetzung der Teams noch verstärkt werden. Die Sommerhitze machte den Teams zu schaffen, so dass eine Zeltüberdachung aufgestellt werden musste. Die Anstrengung bei der Arbeit ging über eine modern übliche Arbeitsbelastung hinaus.

¹⁸ Siehe jedoch zu den Aussagemöglichkeiten archäologischer Experimente oben S. 16f.

¹⁹ Vgl. CECH 2011, 151.

²⁰ Vgl. GREWE/KESSENER 2007, 230-233.

Nach Fertigstellung der Bohrlöcher wurde der Sammler aus dem Pumpenstock gestemmt, die übrigen Leitungen wurden maschinell mit einem Schlangenbohrer in den Pumpenstock gebohrt. Die zu schließenden Bohrlöcher wurden mit hölzernen Propfen abgedichtet. Aus eigens hergestelltem 0,4 cm dickem sämisch gegerbtem Leder der Gerberei Aigner in Augsburg wurden die Ventilleder passend zurechtgeschnitten. Die Ventilgewichte wurden vom Autor vor Ort offen aus Blei in Sand gegossen, in den man zuvor die Formen gedrückt hatte. Die Ventilgewichte wurden durch Löcher im Leder vernietet, dann wurden die Ventile in Position genagelt. Da noch nicht klar war, wann und wie die Pumpe im EKBR präsentiert werden sollte, bzw. ob das Projekt im folgenden Jahr fortgesetzt würde, wurden die folgenden Arbeiten zunächst provisorisch vorgenommen: Der Sammler wurde statt mit einem passenden Pfropfen zunächst mit einem mit einer Lederdichtung versehenen Brett zugenagelt. Die Ansaugventile wurden nicht auf gelochte Pfropfen, sondern auf ein von unten an den Pumpenstock genageltes, ebenfalls mit einer Lederdichtung versehenes Brett gesetzt. Als Kolben wurden statt langer Kolbenstangen die Bohrkerne verwendet. Diese hatten als Dichtung jeweils eine Scheibe des genannten sämisch gegerbten Leders zwischen zwei Scheiben aus handelsüblichem lohgegerbtem Ziegenleder. Die Dichtungen wurden von unten durch eine runde Bleiplatte mit jeweils drei Eisennägeln in die Kolben genagelt. Die Pumpe konnte so von Hand erfolgreich getestet werden, wie im oben genannten Film zu sehen.

Trotz aller anfänglich genannten Schwierigkeiten konnte das Experiment einen bestimmten Aspekt einer bisher nicht gelösten technikgeschichtlichen Frage näher beleuchten. Es zeigte sich auch klar, in welche Richtungen Folgeexperimente zur Frage der Herstellungsmöglichkeiten römischer hölzerner Doppelkolbendruckpumpen gehen können: So könnte der Bohrer optimiert werden, ebenso sollte untersucht werden, ob es auch möglich ist, die Bohrungen mittels anderer Systeme, wie zum Beispiel bei Deicheln, oder mittels mechanischen Antriebs durchzuführen.

Literatur

- Aberg/Bowen 1960: F.A. ABERG/H.C. BOWEN, Ploughing experiments with a reconstructed Donneruplund ard, in: *Antiquity* 34 (1960) 144-147.
- Baatz 1978: D. BAATZ, Recent Finds of Ancient Artillery, in: *Britannia* 9 (1978) 1-17.
- Baatz/Gudea 1974: D. BAATZ/N. GUDEA, Teile spätrömischer Ballisten aus Gornea und Orșova (Rumänien), in: *Saalburg-Jahrbuch* 31 (1974) 50-72.
- Barbaresi 2011: L.A. BARBARESI, Progettazione ed evoluzione delle macchine nell'Antica Romana. Macchine idrauliche operatrici (Rom 2011).
- Beck 1997: S. BECK, Die Bedeutung der Materialität der Alltagsdinge, in: R.W. Brednich/H. Schmidt (Hg.), *Symbole. Zur Bedeutung der Zeichen in der Kultur.* (Münster u.a. 1997) 175-185.
- Bridal 2004: T. BRIDAL, *Exploring Museum Theatre* (Walnut Creek 2004).
- Cech 2011: B. CECH, *Technik in der Antike* (Darmstadt 2011²).
- Coles 1973: J. COLES, *Archaeology by Experiment* (London 1973).
- Collingwood 1961: R.G. COLLINGWOOD, *The Idea of History* (Oxford 1961).
- Cunningham 2008: P. CUNNINGHAM/J. HEEB/R. PAARDEKOOPE, Introduction, in: Dies. (Hg.), *Experiencing Archaeology by Experiment. Proceedings of the Experimental Archaeology Conference, Exeter 2007* (Oxford 2008) v-ix.
- Duden 2007: WISSENSCHAFTLICHER RAT DER DUDENREDAKTION (Hg.), *Duden. Deutsches Universalwörterbuch* (Mannheim u.a. 2007⁶).

- Eisenstadt/Giesen 1995: S.N. EISENSTADT/B. GIESEN, The Construction of Collective Identity, in: *Archives européennes de sociologie* 36 (1995), 72–102.
- Ferdi 2005: S. FERDI, *Corpus des Mosaïques de Cherchel. Études d'Antiquités Africaines* (Paris 2005).
- Fischer 1998: M. FISCHER, Rekonstruktionen – Ein geschichtlicher Überblick, in: J. Kirschbaum/A. Klein (Hg.), *Rekonstruktion in der Denkmalpflege. Überlegungen, Definitionen, Erfahrungsberichte. Schriftenreihe des Deutschen Nationalkomitees für Denkmalschutz* 57 (Bonn 1998) 7-15.
- Flach 1990: D. FLACH, Römische Agrargeschichte. *Handbuch der Altertumswissenschaft* 3,9 (München 1990).
- Fleury 2005: P. FLEURY, La pompe à pistons dans l'Antiquité, in: A. Bouet (Hg.), *Aquam in altum exprimere. Les Machines élévatrices d'eau dans l'Antiquité. Actes de la journée d'études tenue à Bordeaux le 13 mars 2003. Ausonius Éditions. Scripta Antiqua* 12 (Bordeaux 2005) 139-151.
- Fries 1995: J.C. FRIES, Vor- und frühgeschichtliche Agrartechnik auf den Britischen Inseln und dem Kontinent. Eine vergleichende Studie. *Internationale Archäologie* 26 (Espelkamp 1995).
- Fulford 2012: M. FULFORD, Context and Technological Innovation, in: R. Stein, The Silchester Pump, in: M. Fulford (Hg.), *Silchester and the Study of Roman-British Urbanism, Journal of Roman Archaeology Supplementary Series* 90 (Portsmouth/RI 2012) 151-163.
- Grewe/Kessener 2007: K. GREWE/P. KESSENER, A Stone Relief of a Water-Powered Stone Saw at Hierapolis, Phrygia. A First Consideration and Reconstruction Attempt, in: J.-P. Brun/J.-L. Fiches (Hg.), *Énergie hydraulique et machines élévatrices d'eau durant l'Antiquité* (Neapel 2007) 227-234.

- Haarlammer/Winkler 2010: U. HAARLAMMERT/S. WINKLER, Aus 2D mach 3D. Rekonstruktionsmöglichkeiten archäologisch dokumentierter Grundrisse, in: Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit 22 (2010) 151-156.
- Hahn 2005: H.P. HAHN, Materielle Kultur. Eine Einführung (Berlin 2005).
- Hansen 1969: H.-O. HANSEN, Experimental ploughing with a Dostrup ard replica, in: Tools and Tillage 1 (1969) 67-92.
- Heimberg 2011: U. HEIMBERG, Villa rustica. Leben und Arbeiten auf römischen Landgütern (Darmstadt 2011).
- Heidrich 2001: H. HEIDRICH, Von der Ästhetik zur Kontextualität: Sachkulturforschung, in: S. Göttisch/A. Lehmann (Hg.), Methoden der Volkskunde. Positionen, Quellen, Arbeitsweisen der Europäischen Ethnologie (Berlin 2001) 33-55.
- Hughes 2007: C. HUGHES U.A., The Role of Theater in Museums and Historic Sites: Visitors, Audiences, and Learners, in: International Handbook of Research in Arts Education 16 (2007) 679–699.
- Iggers 2007: G.G. IGGERS, Geschichtswissenschaft im 20. Jahrhundert (Göttingen 2007).
- James 1999: S. JAMES, Imag(in)ing the Past: The Politics and Practicalities of Reconstructions in the Museum Gallery, in: N. Merriman (Hg.), Making Early Histories in Museums (London 1999) 117-135.
- Kelterborn 1994: P. KELTERBORN, Was ist ein wissenschaftliches Experiment?, in: AEAS / GAES Anzeiger 1 (1994) 7–9.
- König 2003: G.M. KÖNIG, Auf dem Rücken der Dinge. Materielle Kultur und Kulturwissenschaft, in: K. Maase/B.J. Warneken (Hg.), Unterwelten der Kultur. Themen und Theorien volkskundlicher Kulturwissenschaft (Köln/Weimar/Wien 2003) 95-118.

- Koepfer (in Vorb.): CHR. KOEPFER, *Rekonstruktion als epistemisches Medium am Beispiel ‚Römische Soldaten‘* (Diss. Passau, in Vorbereitung).
- Kucera 2004: M. KUCERA, *Das Experiment in der Archäologie*, in: ExAr (Hg.), *Experimentelle Archäologie in Europa. Bilanz 2004,3* (Oldenburg 2004) 7-13.
- Künzl 1993: E. KÜNZL, *Die Alamannenbeute aus dem Rhein bei Neupotz. Plünderungsgut aus dem römischen Gallien 1. Monographien des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz 34* (Bonn 1993).
- Kuhnen 1994: H.-P. KUHNEN, *Feldbearbeitung und Landschaftswandel um Oberriexingen von der Jungsteinzeit bis zur Gegenwart*, in: Ders./E. Riemer (Hg.), *Landwirtschaft der Römerzeit im Römischen Weinkeller Oberriexingen. Württembergisches Landesmuseum Stuttgart - Archäologische Sammlungen - Führer und Bestandskataloge 4* (Stuttgart 1994).
- Lindenthal 2007: J. LINDENTHAL, *Die ländliche Besiedlung der nördlichen Wetterau in römischer Zeit. Materialien zur Vor- und Frühgeschichte von Hessen 23* (Wiesbaden 2007).
- Matz 1932: F. MATZ, *Die Lauersforter Phalerae* (Berlin 1932).
- Mathieu 2002: J.R. MATHIEU, *Introduction - Experimental Archaeology: Replicating Objects, Behaviors, and Processes*, in: Ders. (Hg.), *Experimental Archaeology: Replicating Objects, Behaviors, and Processes. BAR International Series 1035* (Oxford 2002) 1-11.
- Maude 2001: K. MAUDE, *Roman Force Pumps*, in: N.J. Higham (Hg.), *Archaeology of the Roman Empire. A Tribute to the Life and Works of Professor Barri Jones. BAR International Series 940* (Oxford 2001) 277-279.

- Müller 2010: S. MÜLLER, Die historisch-kritische Methode in den Geistes- und Kulturwissenschaften (Würzburg 2010).
- Müller 2011: M. MÜLLER u.a. (Hg.), Schutzbauten und Rekonstruktionen in der Archäologie (Mainz 2011).
- Neyses 1972: A. NEYSES, Eine römische Doppelkolbendruckpumpe aus dem Vicus Belgium, in: Trierer Zeitschrift 35 (1972) 109-121.
- Noack-Hilgers 2001: B. NOACK-HILGERS, Die Kunst des Pflügens. Von Homer über Cato zu Palladius, in: P. Herz/G. Waldherr (Hg.), Landwirtschaft im Imperium Romanum. Pharos 14 (St. Katharinen 2001) 157-203.
- Oleson 2005: J.P. OLESON, Design, Materials, and the Process of Innovation of Roman Force Pumps, in: J. Pollini (Hg.), Terra Marique. Studies in Art History and Marine Archaeology in Honor of Anna Marguerite McCann (Oxford 2005) 2011-231.
- Outram 2008: A.K. OUTRAM, Introduction to Experimental Archaeology, in: World Archaeology 40,1 (2008) 1-6.
- Perini 1983: R. PERINI, Der frühbronzezeitliche Pflug von Lavagnone, in: Archäologisches Korrespondenzblatt 13 (1983) 187-195.
- Pleiner 1970: R. PLEINER, Zur Schmiedetechnik im römerzeitlichen Bayern, in: Bayerische Vorgeschichtsblätter 35 (1970) 113-141.
- Pohanka 1986: R. POHANKA, Die eisernen Agrargeräte der Römischen Kaiserzeit in Österreich. Studien zur römischen Agrartechnologie in Rätien, Noricum und Pannonien. BAR 298 (Oxford 1986).
- Renfrew/Bahn 2004: C. RENFREW/P. BAHN, Archaeology: Theories, Methods and Practice (London 2004⁴).
- Rheinberger 2001: H.-J. RHEINBERGER, Experimentalsysteme und epistemische Dinge. Eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas (Göttingen 2001).

- Richter 2005: P. RICHTER, Experimentelle Archäologie: Ziele, Methoden, Aussagemöglichkeiten, in: ExAr (Hg.), Von der Altsteinzeit über ‚Ötzi‘ bis zum Mittelalter. Ausgewählte Beiträge zur Experimentellen Archäologie in Europa 1990-2003. Experimentelle Archäologie in Europa Sonderband 1 (Oldenburg 2005) 95-128.
- Stachowiak 1973: H. STACHOWIAK, Allgemeine Modelltheorie (Wien 1973).
- Stein 2007a: R.J.B. STEIN, Roman Wooden Force Pumps, Thesis (Ph.D.), University of Reading (2007), über ETHOS:
<http://ethos.bl.uk/OrderDetails.do?uin=uk.bl.ethos.444026>.
- Stein 2007b: R.J.B. STEIN, Roman Wooden Force Pumps. Use and Performance, in: J.-P. Brun/J.-L. Fiches (Hg.), Énergie hydraulique et machines élévatrices d’eau durant l’Antiquité (Neapel 2007) 7-17.
- Sturm 2013: A. STURM, Im Dialog mit der Vergangenheit. Geschichte lernen und erleben durch Living History. Eine kurze Einführung (Aachen 2013).
- Tegtmeier 1993: U. TEGTMEIER, Neolithische und bronzezeitliche Pflugspuren in Norddeutschland und den Niederlanden. Archäologische Berichte 3 (Bonn 1993).
- Schmidt 2005: M. SCHMIDT, Museumspädagogik ist keine Experimentelle Archäologie, in: ExAr (Hg.), Von der Altsteinzeit über ‚Ötzi‘ bis zum Mittelalter. Ausgewählte Beiträge zur Experimentellen Archäologie in Europa 1990-2003. Experimentelle Archäologie in Europa Sonderbd. 1 (Oldenburg 2005) 263-268.
- Schmidt/Wunderli 2008: M. SCHMIDT/M. WUNDERLI, Museum Experimentell. Experimentelle Archäologie und museale Vermittlung (Schwalbach 2008).
- Schultz-Klinken 1981: K.-R. SCHULTZ-KLINKEN, Haken, Pflug und Ackerbau. Ackerbausysteme des Saatzfurchen- und Saatzbettbaues in urge-

schichtlicher und geschichtlicher Zeit sowie ihr Einfluß auf die Bodenentwicklung. Schriftenreihe für das Deutsche Landwirtschaftsmuseum 1 (Hildesheim 1981).

Walter 2010: P. WALTER, Bohren im Museum: Forschungsgeschichte, Didaktik, Mathetik, in: ExAr (Hg.): Experimentelle Archäologie in Europa. Bilanz 2010 (Isensee 2010) 71-84.

White 1967: K.-D. WHITE, Agricultural Implements of the Roman World (Cambridge 1967).

Abbildungsnachweis

Abb. 1,2: Christian Koepfer.

Abb. 3a: Foto: Christian Koepfer, mit freundlicher Genehmigung des Rheinischen Landesmuseums Bonn.

Abb. 3b: Christian Koepfer.

Abb. 4a: © Hartmann Linge, Wikimedia Commons, CC-BY-SA 3.0.

Abb. 4b: Foto: Christian Koepfer, mit freundlicher Genehmigung des Römisch-Germanischen Nationalmuseums Mainz.

Abb. 5: Schultz-Klinken 1981, 9 (Abb.1).

Abb. 6: White 1967, 129 (Fig. 104).

Abb. 7: Ferdi 2005, Taf. LXXXVII (Nr. 94).

Abb. 8,15: Foto: Christian Koepfer, mit freundlicher Genehmigung des Museo Archeologico Aquileia.

Abb. 11,12,13,16: Foto: Christian Koepfer, mit freundlicher Genehmigung der Archäologischen Staatssammlung München.

Abb. 17a,17b: Foto: Jürgen Graßler.

Abb. 20b,21,22,23,26,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,40b,41,42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54: Foto: Christian Koepfer.

Abb. 9: http://placidososociales.blogspot.de/2013_04_01_archive.html.

Abb. 10: J.G.D. Clark, Prehistoric Europe. The Economic Basis (Stanford, CA 1952) 103 (Fig. 51).

Abb. 14: Fries 1995, Taf. 39 (Kat.-Nr. 396).

Abb. 18: Lindenthal 2007, 146 (Abb. 83, Kat.-Nr. 23).

Abb. 19: D. Hägermann/H. Schneider, Landbau und Handwerk. Propyläen-Technikgeschichte 1 (Berlin 1997) 209 (Abb. 59).

Abb. 20a: © Eric Gaba, Wikimedia Commons, CC-BY-SA 3.0.

Abb. 24,25,27,39,40a: Foto: Christian Schillmaier.

Abb. 43: Neyses 1972, 110 (Abb.1).

Tabellen und Anlagen

Tab. 1-4: Spezifische Fragestellungen an das Experiment „Römischer Sohlenhaken“

Tab. 1) Furchentiefe und Furchenaushub		
Quellen	Inhalt	Fragen
Plin. nat. hist. 18,178	Furchentiefe von 9 Zoll (ca. 23 cm)	Wie tief werden die Furchen? Können große Erdschollen ausgehoben werden?
Var. rust. 1,29,2	großer Schollenauswurf beim ersten Pflügen	
Colum. 2,2,23	Ausheben und Wenden tiefer Schollen	
Vorgehen		
<ul style="list-style-type: none">▶ Mit dem Haken mehrere Furchen ziehen,▶ an verschiedenen Stellen Tiefe messen und Durchschnittswert bilden,▶ Menge der ausgehobenen Erde feststellen,▶ Vorgang wiederholen und ggf. veränderte Ausgangslage berücksichtigen.		
Erwartungen		
<ul style="list-style-type: none">▶ Die Furchen werden nach mehrmaligem Pflügen tiefer wegen des aufgelockerten Erdreichs und der verbesserten Handhabung.▶ Die bei Plinius angegebene Tiefe wird ggf. erst nach mehrmaligem Pflügen, erreicht.▶ Die „Erdschollen“ werden nach mehrmaligem Pflügen kleiner wegen des aufgelockerten Erdreichs.		

Tab. 2) Furchenabstand und Parallelpflügen

Quellen	Inhalt	Fragen
Plin. nat. hist. 18,179 Colum. 2,2,26 Var. rust. 1,29,3	Vermeidung von Rainen (<i>scamna</i>) und Rückfall der Erde in die Furche	Welcher Furchenabstand entsteht, wenn keine <i>scamna</i> stehen bleiben? Wie dicht und parallel kann gepflügt werden?
Vorgehen		
<ul style="list-style-type: none">▶ Mit dem Haken mehrere Furchen ziehen,▶ Auftreten der <i>scamna</i> untersuchen,▶ Furchenabstand vergrößern oder verkleinern,▶ Auftreten der <i>scamna</i> untersuchen,▶ Parallelität der Furchen beobachten,▶ Vorgang wiederholen und ggf. veränderte Ausgangslage berücksichtigen.		
Erwartungen		
<ul style="list-style-type: none">▶ Der Furchenabstand hängt von den Bodenverhältnissen ab; je lockerer und feiner der Boden ist, umso kleiner werden die Erdschollen und umso dichter kann man pflügen.▶ Je größer der Furchenabstand, desto mehr <i>scamna</i> bleiben stehen.▶ Den in den Quellen genannten Vorgaben können entsprechende annähernde Messergebnisse zugeordnet werden.		

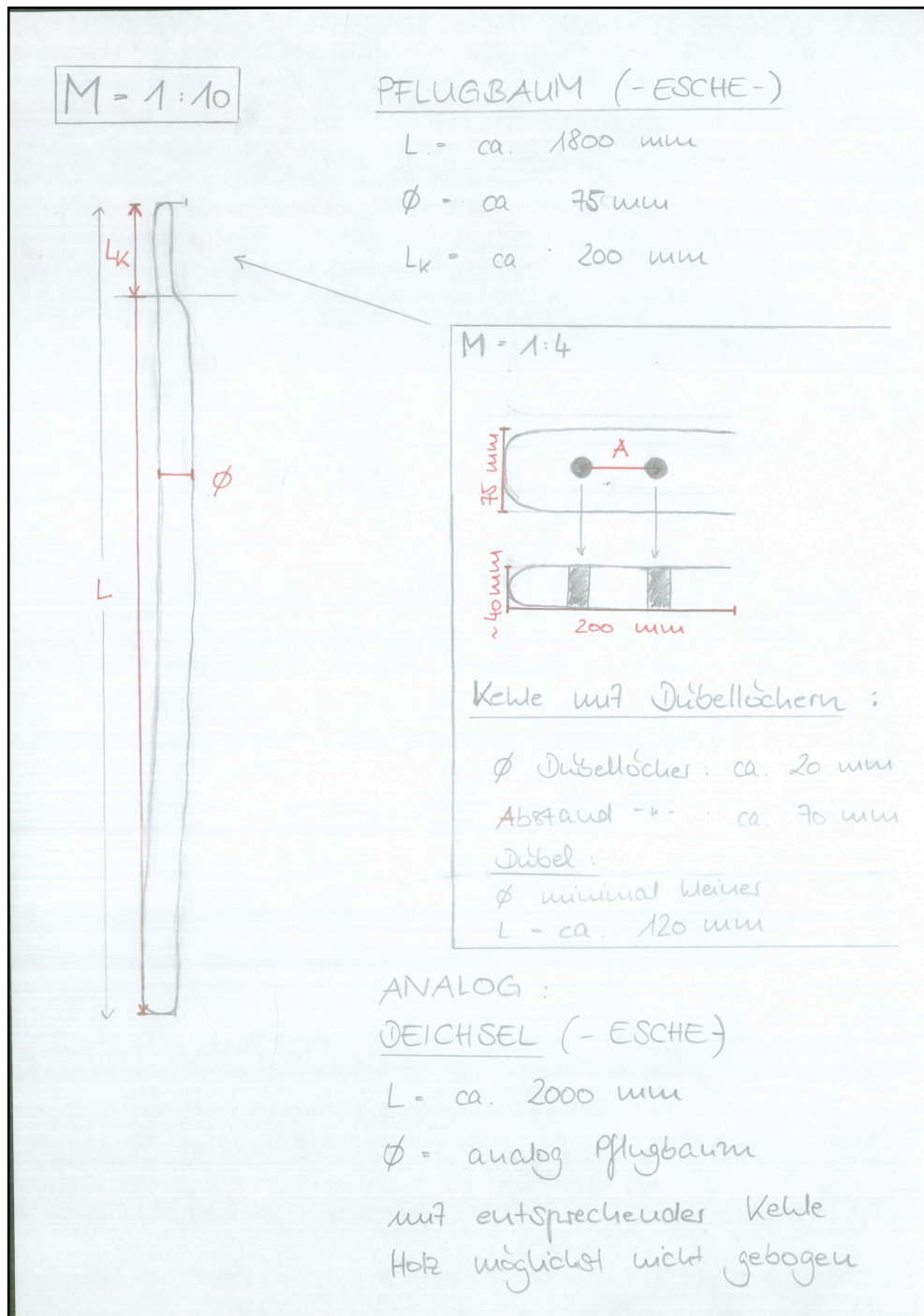
Tab. 3) Gleichmäßige Bearbeitung der Bodenfläche

Quellen	Inhalt	Fragen
Plin. nat. hist. 18,178 Colum. 2,4,1 Var. rust. 1,29,2	Auflockerung des Ackers durch Längs- und Querfurchen	Wie unterscheidet sich die Gleichmäßigkeit der Bearbeitung bei Längspflügen und bei Längs- und Querpflügen?
Plin. nat. hist. 18,179 Colum. 2,2,26 Var. rust. 1,29,3	Vermeidung von Rainen (<i>scamna</i>) und Rückfall der Erde in die Furche	Wie unterscheidet sich die Gleichmäßigkeit der Bearbeitung bei gerader und schräger Pflughaltung? Ist eine vollständige Bearbeitung der Fläche möglich?
Plin. nat. hist. 18,179	Korrekte Ackerbearbeitung bei „Unsichtbarkeit“ des Pfluggangs	
Colum. 2,2,26	Wechselndes Schräg-Halten des Pfluggerätes	
Vorgehen		
<ul style="list-style-type: none">▶ Mit dem Haken längs und quer mehrere Furchen ziehen,▶ Auftreten der <i>scamna</i> untersuchen (Pfluggang erkennbar?),▶ abwechselndes Pflügen mit gerader und schräger Pflughaltung,▶ Auftreten der <i>scamna</i> untersuchen (Pfluggang erkennbar?),▶ Vorgang wiederholen und ggf. veränderte Ausgangslage berücksichtigen.		
Erwartungen		
<ul style="list-style-type: none">▶ Vollständiges Umwenden der Erde wird wegen der Pflugkonstruktion wohl nicht erreicht werden.▶ Die Häufigkeit der <i>scamna</i> verringert sich bei zusätzlichem Querpflügen.▶ Durch Längs- und Querpflügen wird der Gang des Pfluges weniger ersichtlich als bei alleinigem Längspflügen.▶ Durch abwechselndes Schräghalten des Pfluges wird ein gleichmäßig bearbeitete Fläche erzielt.		

Tab. 4) Wirkungsweise der Streichbretter

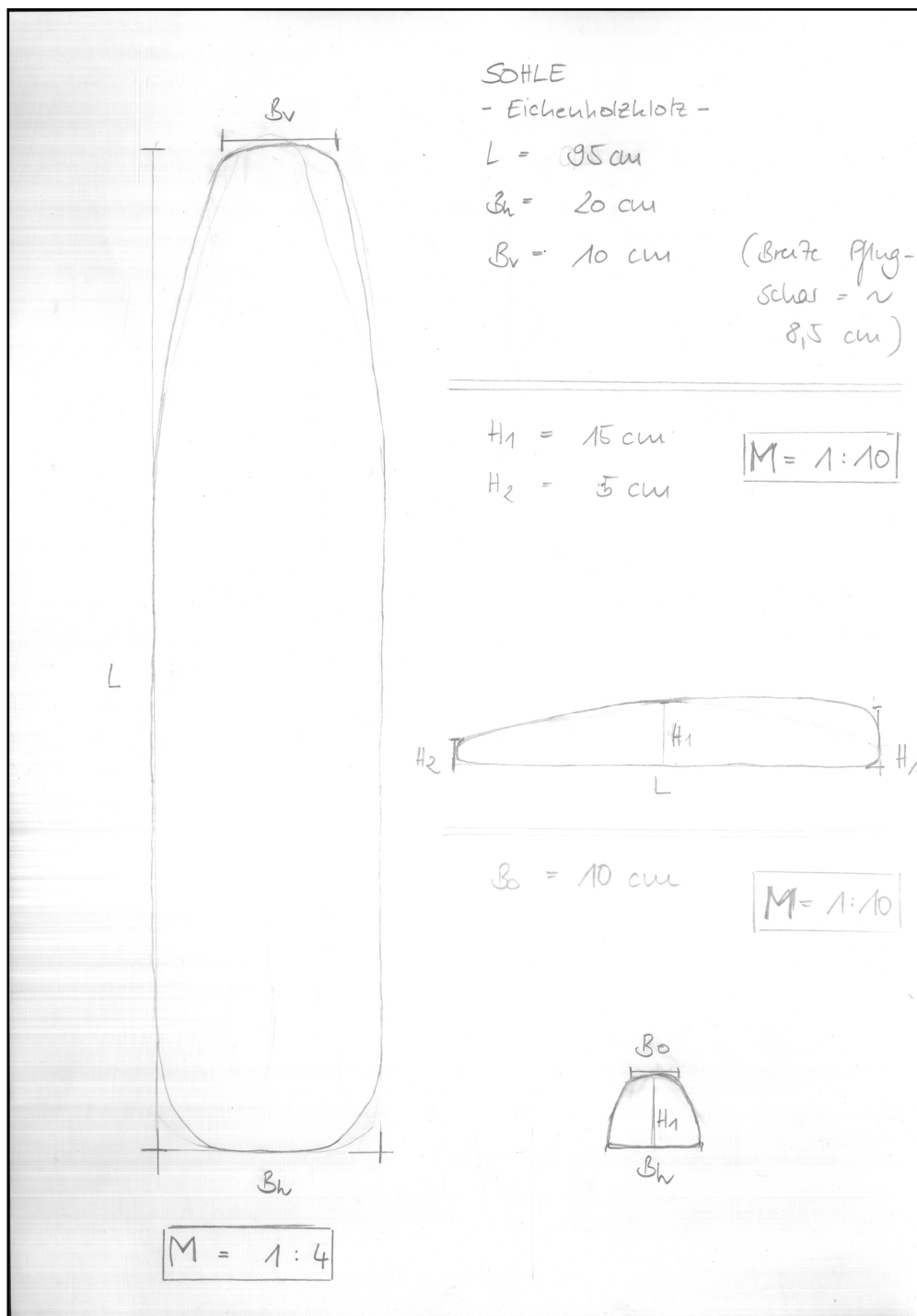
Quellen	Inhalt	Fragen
Verg. georg. 1,172 Var. rust. 1,29,2 Pallad. 1,43,1	Anbringung von zwei Streichbrettern am Pflugerät Bedeckung der Saat, Verbreiterung der Furchen	Werden durch das Pflügen mit Streichbrettern tiefere und/oder breitere Furchen erzeugt? Wird die benachbarte Saatsfurche durch den Erdaushub ganz oder teilweise bedeckt?
Vorgehen		
<ul style="list-style-type: none">▶ Mit dem Haken mehrere Furchen ziehen,▶ an verschiedenen Stellen Tiefe und Breite messen und Durchschnittswert bilden,▶ Bedeckung der Nebenfurche überprüfen und dokumentieren,▶ Vorgang wiederholen und ggf. veränderte Ausgangslage berücksichtigen.		
Erwartungen		
<ul style="list-style-type: none">▶ Die Furchen werden, wenn überhaupt, nur wenig tiefer, dafür aber breiter.▶ Die benachbarten Saatsfurchen werden zumindest ansatzweise bedeckt, wenn der Abstand zwischen den Furchen nicht zu groß ist.		

Anlage 1: Konstruktionsskizzen zum Modell des römischen Sohlenhakens



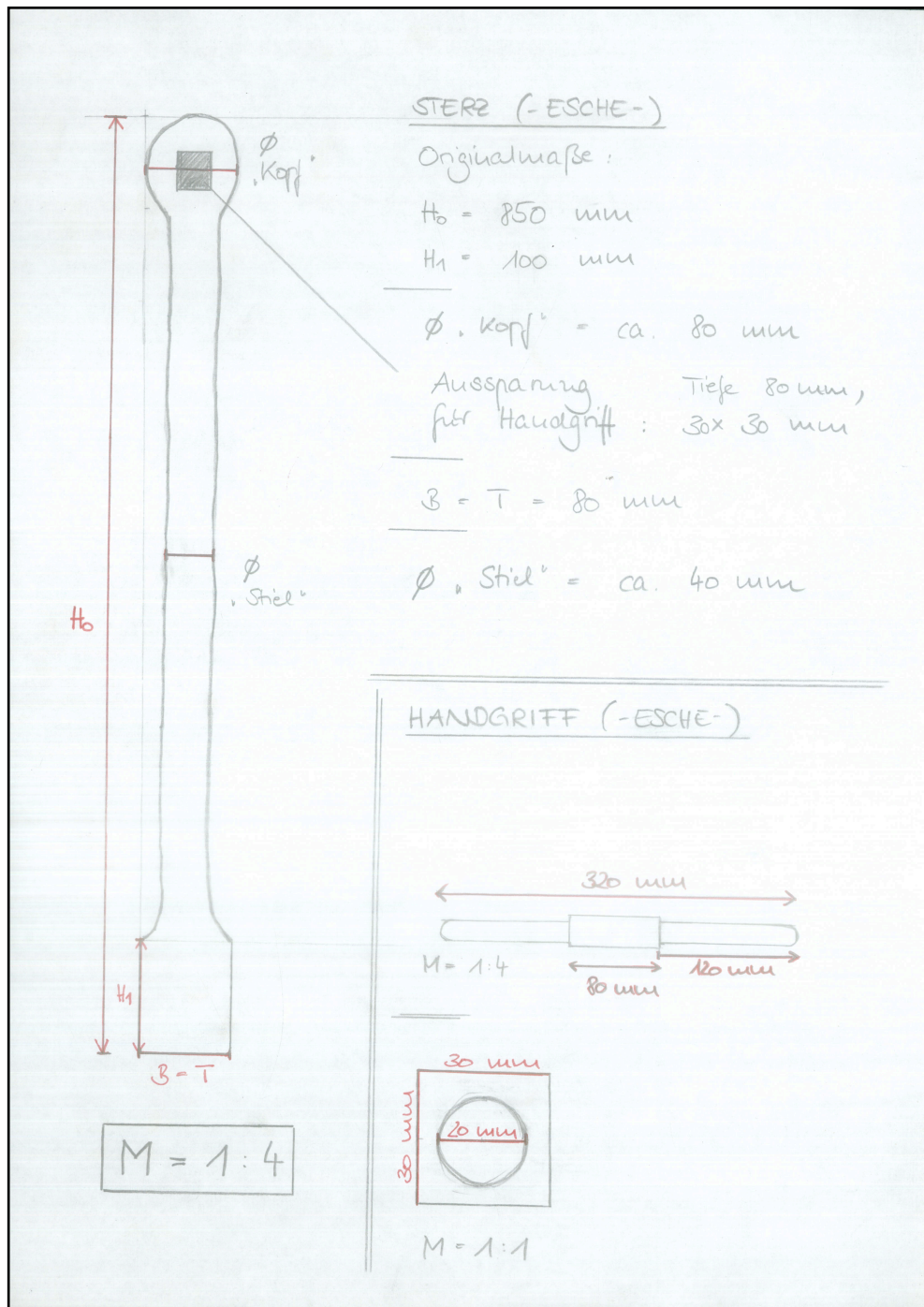
Skizze für den Pflugbaum (Josephine Blei)

Anlage 1: Konstruktionsskizzen zum Modell des römischen Sohlenhakens



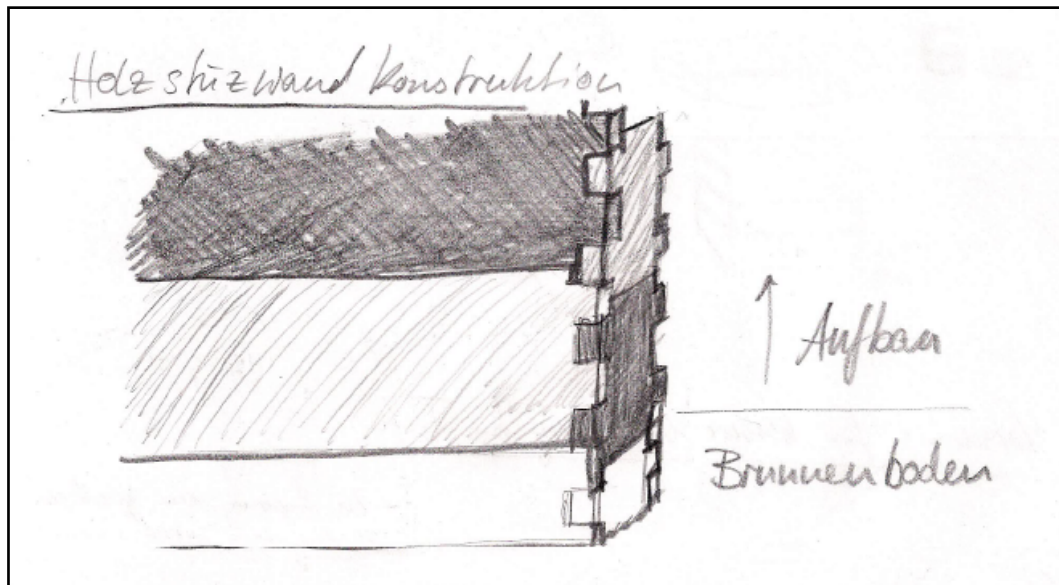
Skizze für die Sohle (Josephine Blei)

Anlage 1: Konstruktionsskizzen zum Modell des römischen Sohlenhakens

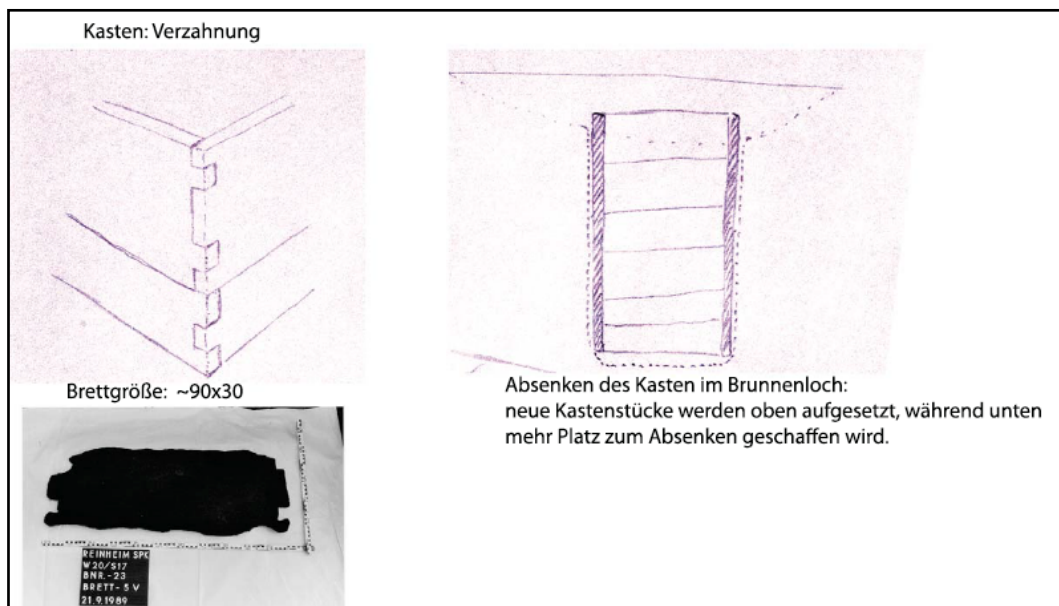


Skizze für den Sterz mit Handgriff (Josephine Blei)

Anlage 2: Skizzen und Konstruktionspläne zum Brunnenbau

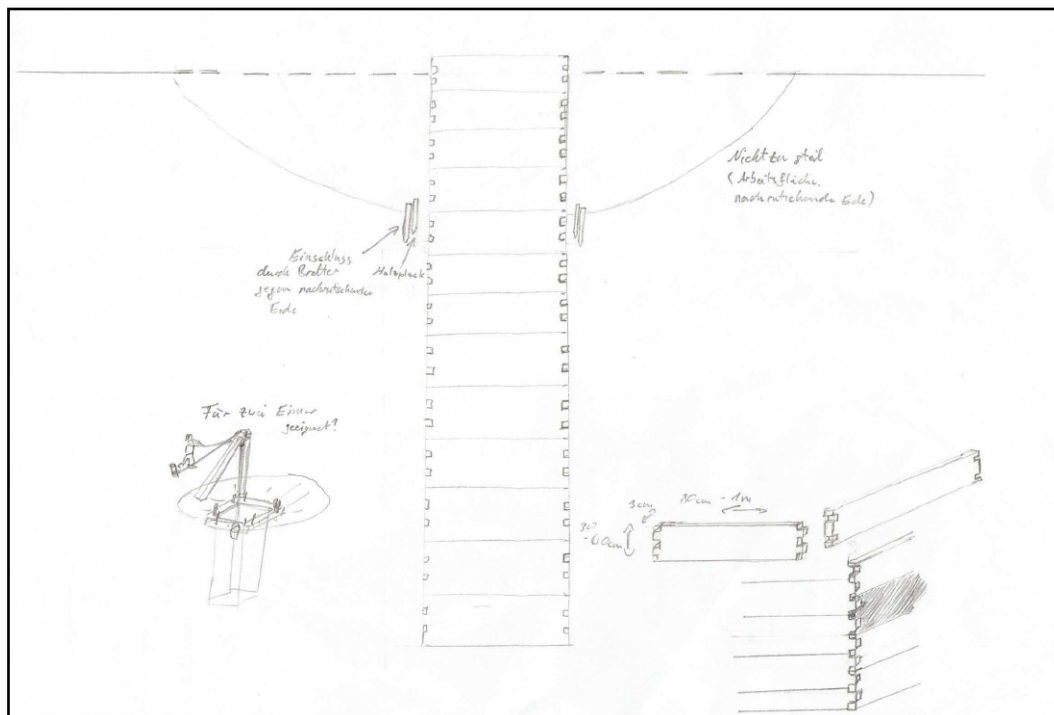
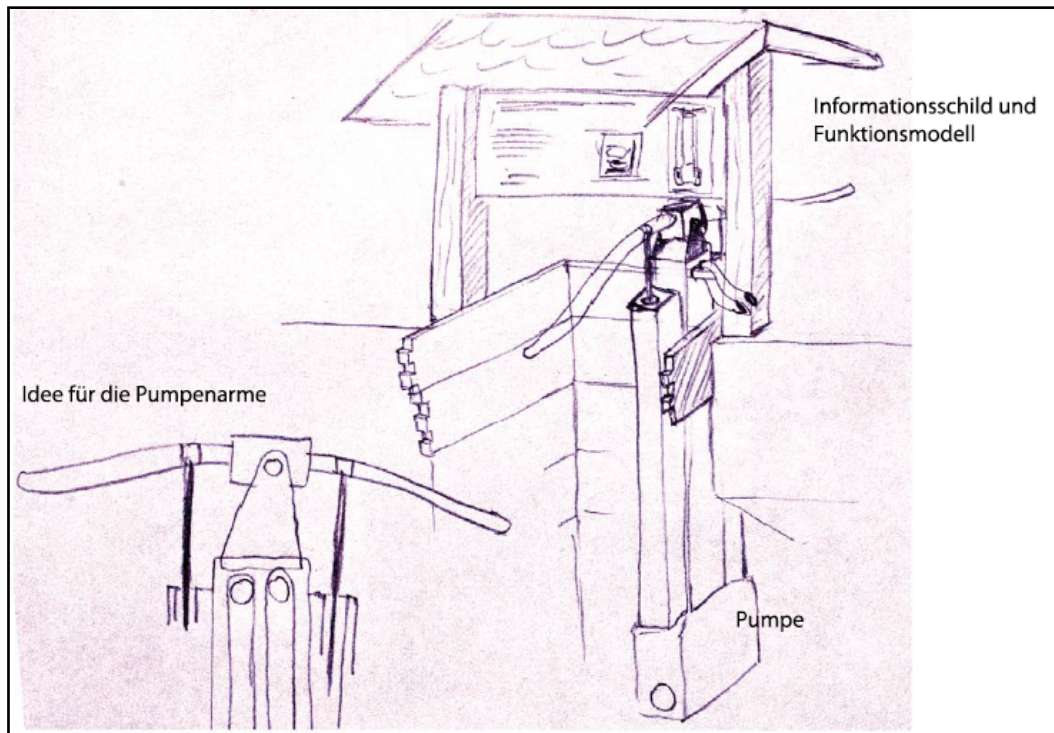


Skizze zum Aufbau der hölzernen Brunnenstube nach dem Grabungsbefund (Maximilian Powik)



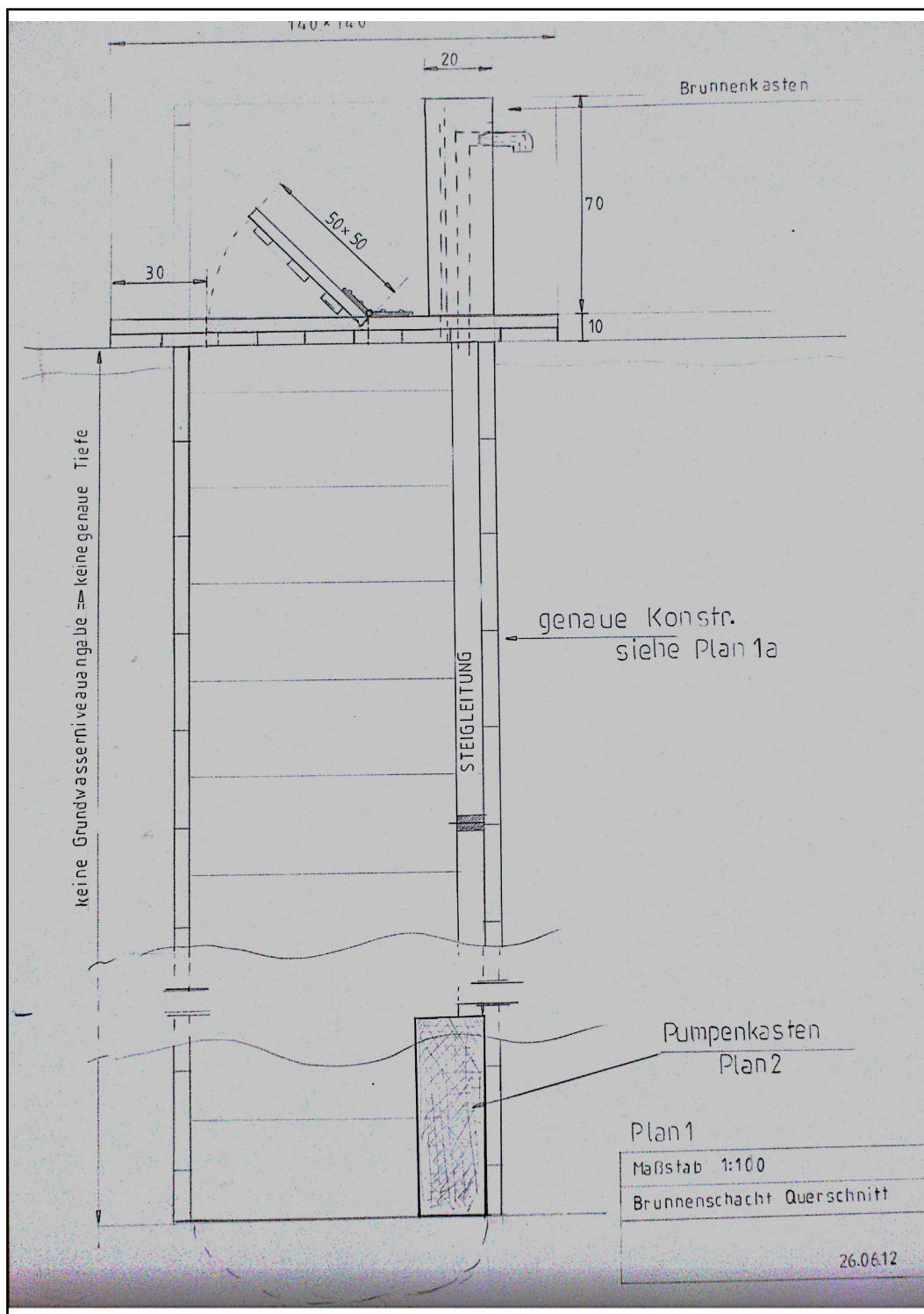
Skizzen zum Brunnenbau mit Abb. eines originalen Brettes aus Reinheim (Alexander Koch)

Anlage 2: Skizzen und Konstruktionspläne zum Brunnenbau



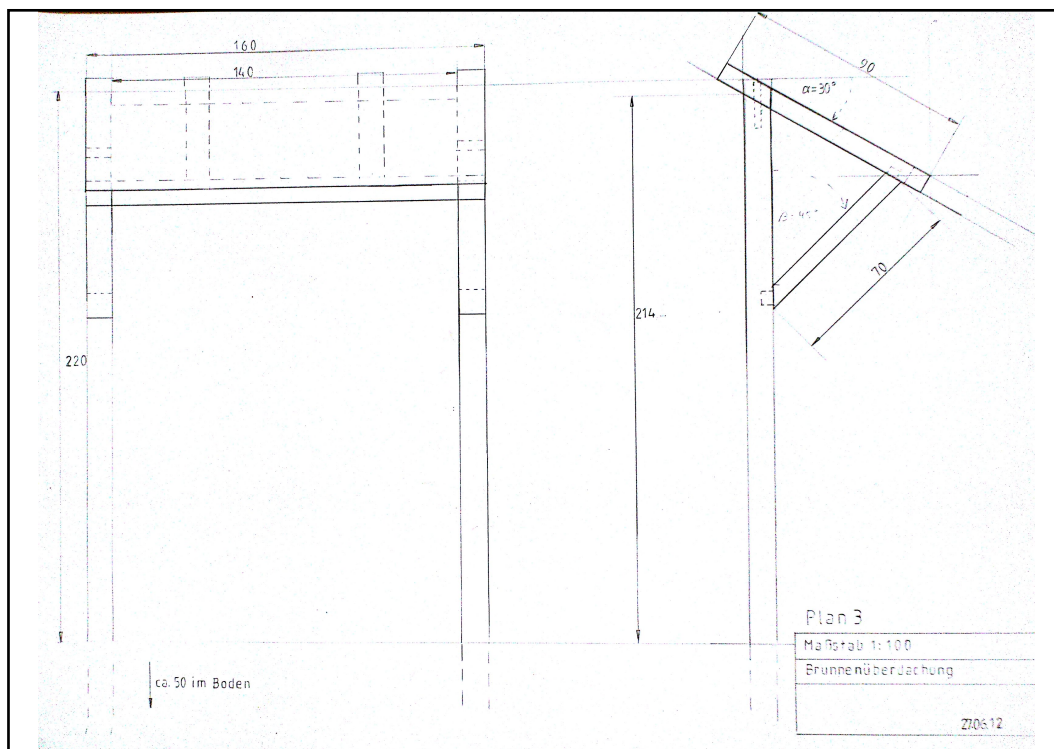
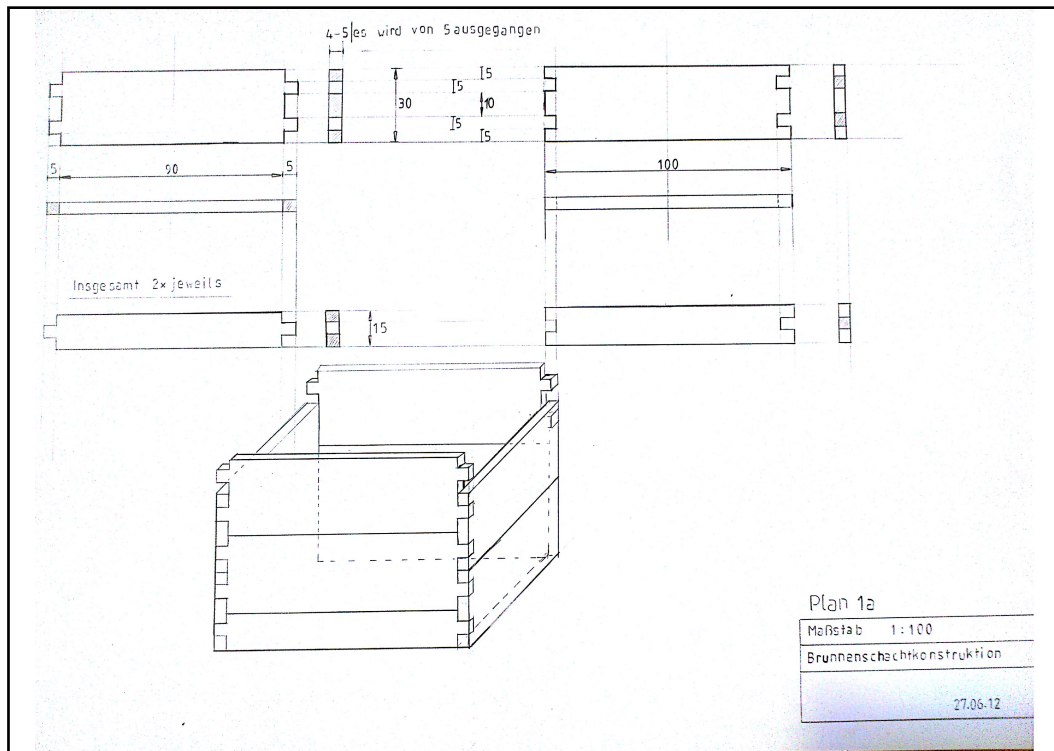
Überlegungen zum Brunnenbau (Alexander Koch [oben] und Maximilian Powik [unten])

Anlage 2: Skizzen und Konstruktionspläne zum Brunnenbau



Konstruktionszeichnung für den Brunnen (Maximilian Powik)

Anlage 2: Skizzen und Konstruktionspläne zum Brunnenbau



Konstruktionszeichnung für den Brunnen und das Brunnendach (Maximilian Powik)

